

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra automatizační techniky a řízení

Bakalářská práce

**Naklápění velké ploché obrazovky**  
**Large flat screen swivelling**

Student: Petra Dordová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petr Kočí, Ph.D.

Ostrava 2009

## **Zadání bakalářské práce**

Student: **Petra Dordová**  
Studijní program: **B2341 Strojírenství**  
Studijní obor: **3902R001 Aplikovaná informatika a řízení**  
Specializace: **70 Aplikovaná informatika a řízení**  
Téma: **Nakládění velké ploché obrazovky  
Large Flat Screen Swivelling**

### **Zásady pro vypracování:**

1. Seznamte se s výrobky a současným technickým řešením výroby obrazovek.
2. Navrhněte varianty řešení pohybového mechanismu (dle požadavkového listu zadavatele z firmy) při polohování obrazovky.
3. Varianty řešení analyzujte a vyberte z nich nejlepší řešení na základě zvolených kritérií.
4. Zvolenou variantu propočtěte a v prostředí systému CAD navrhněte prostorovou dispozici řešení.
5. Zhodnoťte kriticky dosažené výsledky a navrhněte směry dalšího řešení.

Seznam doporučené odborné literatury:

BĚLOHOUBEK, P. 1998. *Elektrické servopohony, jejich řízení a aplikace I.* Brno : Inženýrské centrum Brno, 1998, 90 s. ISBN 80-902175-4-0.

HUSEYIN, K. 1986. *Multiple Parameter Stability Theory and its Applications.* In Claderon Press, 1986.

KRÁTKÝ, J. – HOSNEDL, S. 1998. *Strojní části 2 : převodové mechanismy.* Plzeň : ZU-KKS, 1998, 245 s. ISBN 80-7082-452-2.

KRÁTKÝ, J. – HOSNEDL, S. 2000. *Příručka strojního inženýra 2 : převodové mechanismy.* Praha : ComputerPress, 2000, 198 s. ISBN 80-7226-202-5.

SKALICKÝ, J. 2001. *Elektrické servopohony.* Brno : VUT-FEI, 2001, 86 s. ISBN 80-214-1978-4.

VINOGRADOV, O. 2000. *Fundamentals of kinematics and dynamics of machines and mechanisms.* Boca Raton : CRC Press, 2000, 290 s. ISBN 0-8493-0257-9.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Kočí, Ph.D.**

Datum zadání: 29.09.2008

Datum odevzdání: 22.05.2009



prof. RNDr. Lubomír Smutný, Dr.  
vedoucí katedry

prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty

Děkuji svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Petru Kočímu Ph.D. za poskytnutí rad, připomínek a také za čas, který mi věnoval. Dále děkuji zástupcům firem Bang & Olufsen a Bosch Rexroth za spolupráci a poskytnuté informace.

### **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....

.....

podpis studenta

### **Prohlašuji, že**

- byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě .....

.....

podpis studenta

## **Bibliografický záznam:**

DORDOVÁ, Petra. *Naklápění velké ploché obrazovky*. 2009. 50 s. VŠB-Technická univerzita Ostrava. Fakulta strojní. Vedoucí bakalářské práce Ing. Petr Kočí, Ph.D.

## **Anotace**

Bakalářská práce „Naklápění velké ploché obrazovky“ se zabývá návrhem způsobu naklápění velké ploché obrazovky ve spolupráci s firmou Bang & Olufsen (B&O). První část nás seznamuje s firmou B&O a definuje zadání a cíl bakalářské práce. Představuje nám luxusní plazmovou televizi BeoVision 9, pro kterou bude navrhován naklápěcí mechanismus. Dále nás práce seznamuje se stávajícími řešeními naklápění různých typů držáků a stojanů.

V druhé části jsou navrženy 3 varianty řešení naklápění. Je zde rozebírána také stabilita produktu a působení sil. Tyto 3 varianty jsou zhodnoceny na základě kritérií dohodnutých se zástupci firmy B&O a je vybrána nejlépe vyhovující varianta.

Poslední část se zabývá řešením zvolené varianty. Najdeme zde popis řešení a použitých komponentů. V závěru hodnotím dosažené výsledky a navrhuji směry dalšího řešení.

## **Annotation**

The bachelor thesis „Large flat screen swivelling“ deals with construction of big flat screen swivelling in conjunction with Bang & Olufsen Company (B&O). The first part presents B&O Company and defines bachelor thesis specification and its main goals. It also presents luxurious plasma television BeoVision 9 for what is this swivelling proposed. The work introduces to the current solutions of swivelling systems.

In the second part are proposed 3 ways how to solve the swivelling, the product stability is also solving. These three suggestions following to criteria that were arranged with B&O representatives are evaluated.

The last part presents the solution of chosen variety. We can find there description of solution and of used components. Conclusion evaluates results and suggest direction of other possible solutions.

## OBSAH

1 ÚVOD.....	1
2 PŘEDSTAVENÍ BANG & OLUFSEN .....	2
2.1 Filozofie Bang & Olufsen – jednoduché a dokonalé výrobky .....	2
2.2 Bang & Olufsen v České republice.....	2
2.3 Výzkum a vývoj v České republice .....	3
2.4 Firemní kultura .....	3
3 ZADÁNÍ A CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE .....	4
3.1 Základní důležité informace ke zpracování bakalářské práce.....	4
3.2 Požadavkový list .....	5
3.3 Cíl bakalářské práce .....	5
4 PŘEDSTAVENÍ BEOVISION 9.....	6
4.1 Luxusní plazmová televize – BeoVision 9 .....	6
4.2 BeoVision 9 – řešení stojanu .....	7
5 PŘEHLED STÁVAJÍCÍCH ŘEŠENÍ .....	9
5.1 Typy držáků a stojanů na LCD a plazmové televizory .....	9
5.2 Stávající řešení Bang & Olufsen .....	10
5.3 Typy řešení jiných výrobců.....	12
6 VARIANTY ŘEŠENÍ .....	15
6.1 Úvod a kinematická schémata .....	15
6.2 Návrhy řešení a jejich popis .....	19
6.2.1 Varianta I. – „KOLÉBKA“ .....	19
6.2.2 Varianta II. – „KLÍNY“ .....	22
6.2.3 Varianta III. – „ŠROUB“ .....	24
7 STABILITA .....	27
7.1 Stabilita proti převržení obecně.....	27
7.2 Stabilita u varianty III.....	28



7.2.1 Poloha těžiště.....	28
7.2.2 Naklápečí síla.....	31
8 ZHODNOCENÍ VARIANT .....	34
8.1 Hodnotící kritéria.....	34
8.2 Hodnocení a výsledná varianta .....	36
9 ŘEŠENÍ OPTIMÁLNÍ VARIANTY .....	38
9.1 Kuličkový šroub.....	39
9.1.1 Kuličkový šroub a matice – princip.....	39
9.1.2 Možnosti pohybu kuličkového šroubu a matice.....	40
9.2 Popis řešení.....	41
9.3 Popis jednotlivých součástí .....	42
9.3.1 Elektromechanický válec (Electromechanical Cylinder) .....	42
9.3.2 Motor .....	44
9.3.3 Ostatní komponenty .....	44
10 ZHODNOCENÍ DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ .....	46
11 ZÁVĚR .....	47
POUŽITÁ LITERATURA.....	48
PŘÍLOHY .....	50

## PŘEHLED POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ

SYMBOL	NÁZEV	JEDNOTKA
$a$	Délka ramene	m
$b$	Délka ramene	m
$b'$	Délka ramene	m
$h$	Výška	m
$m$	Hmotnost	kg
$F$	Síla	N
$G$	Tíha	N
$g$	Tíhové zrychlení	$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$
$T$	Těžiště	
$R$	Poloměr otáčení	m
$F_n$	Síla naklápění	N
$F_t$	Síla třecí	N
$G_{tv}$	Tíha televizoru	N
$G_k$	Tíha kotouče	N
$f$	Součinitel smykového tření	
$M_N$	Naklápěcí moment	$\text{N}\cdot\text{m}$
$M_G$	Tíhový moment	$\text{N}\cdot\text{m}$
$M_{kl}$	Klopný moment	$\text{N}\cdot\text{m}$
$M_s$	Stabilizující moment	$\text{N}\cdot\text{m}$
$\mu$	Míra bezpečnosti	

## 1 ÚVOD

Naše doba je velice vyspělá. Technika se vyvíjí bleskovým tempem. Existuje čím dál méně míst, kde se moderní technika nepoužívá nebo kde ji snad vůbec nenajdeme. A tak i moderní LCD a plazmové televizory pomalu nahrazují ty klasické. Trh je přesycen LCD a plazmovými televizory rozmanitého provedení, ceny se snižují, přístroje se tedy stávají čím dál více dostupnější.

V dnešní době si na své přijdou i „fajnšmekři“, kteří chtějí něco víc, než jen obyčejnou televizi. A přesně to nabízí produkty společnosti Bang & Olufsen (dále jen B&O). Výrobky firmy B&O jsou špičkou ve svém oboru, protože nabízejí přidanou hodnotu. Kvalita obrazu, zvuku a designu přinese uživateli nadstandardní zážitek, téměř dokonalý. Žádný produkt B&O nikdy nebyl vytvořen proto, aby jen zabíral prostor nebo byl ukrytý. Tyto produkty jsou stvořeny pro zrak, sluch a prožitky – v domácnostech, kde se zvuk a obraz berou stejně vážně jako architektura a interiérový design.

Tato práce se zabývá právě jedním z těchto nadstandardních výrobků – jedná se o televizi BeoVision 9. Televize Beovision 9 je vyrobena se sklonem obrazovky 9 stupňů dozadu a úkolem této práce je vytvořit konstrukci naklápěcího mechanismu, který by umožnil náklon televizoru o 9 stupňů do svislé polohy, a popřípadě ještě 2-3 stupně dopředu.

Někomu by se mohlo zdát naklápění televize o pouhých 9 stupňů do svislé polohy zbytečné či malicherné. Smyslem naklápění je nabídnout uživateli větší komfort při sledování televize a rozšíření možností umístění televize v interiéru. Naklopení televize dopředu jistě zpříjemní dojem sedícímu uživateli na pohovce či na zemi. Také bude možné umístit televizi na vyvýšené místo, je-li interiér například rozdělen několika schody nebo má-li jinak členěné podlahy a tak podobně.

Cílem bakalářské práce je vytvořit motorizovaný naklápěcí mechanismus pro televizi BeoVision 9, který bude odpovídat jednotlivým požadavkům dle zadání firmy Bang & Olufsen. Nejvíce je kladen důraz na to, aby celá konstrukce co nejméně zasahovala do stávajícího designu BeoVision 9 a aby byla dodržena poloha těžiště vzhledem k váze televizoru. Ostatní požadavky jako např. nízká hladina hluku či profil pohybu jsou již záležitostí vhodné volby materiálů a součástí mechanismu.

## 2 PŘEDSTAVENÍ BANG & OLUFSEN



Obrázek 2.1 Sídlo firmy Bang & Olufsen v Kopřivnici

Společnost Bang & Olufsen je světově známý výrobce vysoce kvalitní spotřebitelské elektroniky. Výrobky B&O v každém detailu representují vizi společnosti: „**Máme odvahu neustále zkoumat běžné věci a hledat v nich neobyčejné dlouhotrvající zážitky**“. Když se rozhodujete pro značku B&O, obvykle si nevybíráte pouhý televizor nebo hudební systém. Volíte kvalitu, inovaci a design. S produkty B&O můžete být cokoliv, jen ne neutrální. B&O vyrábí unikátní druhy televizorů, hudebních systémů, reproduktorových soustav a telefonů. Produkty B&O vyčnívají z řady: po stránce designu a volby materiálů, z hlediska kvality zvuku a obrazu. Tyto produkty nejsou stvořeny proto, aby jen zabíraly prostor nebo byly ukryté. Mají zvýrazňovat zrakové a sluchové prožitky, a to především v domácnostech, kde se zvuk a obraz berou stejně vážně jako architektura a interiérový design.

### 2.1 Filozofie Bang & Olufsen – jednoduché a dokonalé výrobky

Cílem B&O je vyvíjet výrobky, které nepřibarvují ani nezkreslují realitu. Výrobky, vyjadřující svou identitu svým vzhledem, jsou poctivé, protože vlastně dostanete to, co vidíte. Usilují o výrobu trvale zachovávající tradici vynalézavosti a vyrábějí je individualisté pro individuality. Nikdo nechce čtyři různé dálkové ovládače k provozování své elektroniky v moderní domácnosti. B&O usiluje o technologie, se kterou je snadné žít. Produkty B&O jsou dokonalé a nekomplikované. Řešení firmy B&O je pouhý jeden hlas, jemuž všechny vaše audio a video přístroje rozumí. A tohle praktikuje doposud pouze B&O!

### 2.2 Bang & Olufsen v České republice

Mimo Dánsko je Česká republika historicky prvním místem na světě, kam B&O přichází se svými výrobními aktivitami. V září roku 2004 zahájila společnost výrobu v

pronajatých prostorách areálu společnosti Tatra v Kopřivnici a krátce poté začala s výstavbou nové továrny „na zelené louce“ v kopřivnické průmyslové zóně. V únoru roku 2006 své výrobní aktivity přesunula z pronajatých prostor do nové výrobní haly. Továrna má celkovou rozlohu 10 000 m<sup>2</sup> (z toho 6 000 m<sup>2</sup> výrobní prostory) a nabízí pracovní příležitosti zhruba 250 zaměstnancům. Nosným programem výroby v České republice je montáž produktů. Továrna v České republice se postupně stává hlavním výrobcem unikátních audio systémů, reproduktorů a telefonů značky B&O. Postupné budování společnosti znamená i vytváření firemní kultury, jejímž základem je týmová práce. Český závod vzniká v úzké spolupráci s dánskými kolegy, kteří předávají českým pracovníkům své zkušenosti a znalosti a pomáhají tak budovat základ firemní kultury - hrdost na práci a na produkt B&O.

## 2.3 Výzkum a vývoj v České republice

Bang & Olufsen zahájil v červnu 2006 realizaci nového projektu – expanzi dánského výzkumu a vývoje do České republiky. Česká republika se tak stala dalším místem, kde dochází ke zrodu myšlenek, které vedou ke vzniku finálních produktů B&O. Celkově zde nalezne uplatnění 70 odborníků, především strojního a elektro zaměření. Společnost tudíž i nadále hledá schopné, dynamické lidi s entuziasmem, nápady a chutí podílet se na rozvoji nového, kteří se nebojí klást si vysoké cíle. Základním požadavkem společnosti mimo vzdělání v příslušném oboru je znalost anglického jazyka. Vývojoví inženýři pracují jednak na údržbě stávajících výrobků, také na jejich modernizaci, ale především na celkovém produktovém vývoji. Z Dánska přebírají prvotní návrh, který dále rozpracovávají. Společně tvoří nápaditý design typický pro výrobky B&O, hledají zajímavá mechanická i elektronická řešení a formují nejvyšší možnou kvalitativní úroveň. Jako kreslicí systém se v B&O používá ProEngineer. Přes měření a testování se výrobek dostává až k zavádění do výroby. Práce je na bázi týmu – strojní a elektro inženýři společně rozhodují o dalších postupech. Nové zaměstnance čeká zaškolení českými i dánskými experty a následně zajímavá, kreativní práce s poutavými výrobky.

## 2.4 Firemní kultura

Zaměstnanci jsou podněcováni, aby vlastními nápady přispívali k fungování firmy a firma jim k tomu dává dostatek příležitostí a informací. K jakýmkoliv námětům a dotazům zaměstnanců je přistupováno zodpovědně, hloupé dotazy neexistují. Je vypracován systém informačních meetingů, nástěnek a bulletinů. Dbá se o společenské, kulturní i sportovní vyžití zaměstnanců – nabízí se celá řada firemních akcí i finanční podpora pro vlastní výběr aktivit tohoto druhu. Uvědomují si zde, že nejen prací člověk je živ a regenerace těla i ducha je proto součástí firemní kultury B&O [B&O v České republice, 2008].

### 3 ZADÁNÍ A CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

V následujících třech kapitolách bych ráda stručně představila téma tohoto projektu, jaké je výchozí zadání, jaké jsou hlavní cíle a požadavky na výsledný produkt.

#### 3.1 Základní důležité informace ke zpracování bakalářské práce

##### Téma - Naklápění velké ploché obrazovky – BeoVision 9

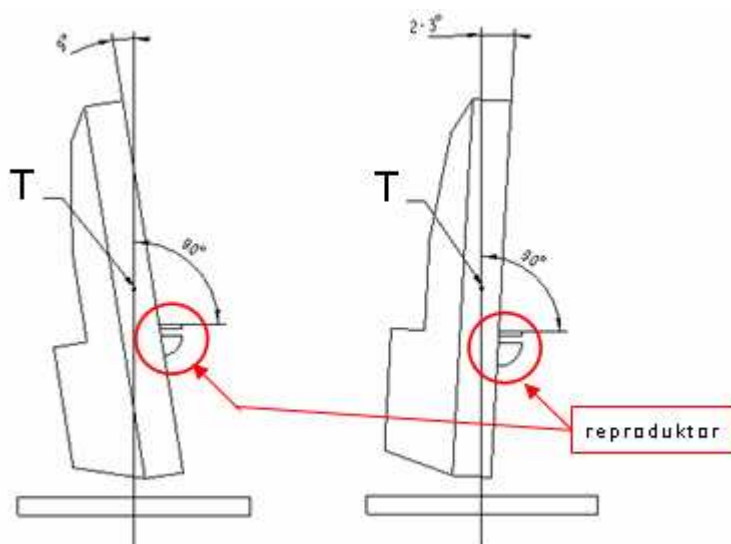
##### Stručný popis úkolu:

50-ti palcová plochá TV obrazovka stojí na podlaze ve stacionárním naklopení  $9^\circ$  směrem dozadu.

Zadání je zkonstruovat mechanismus, který dokáže naklopit obrazovku do svislé polohy a pokud možno  $2^\circ$  až  $3^\circ$  více. Tento mechanismus musí být motorem poháněný, čímž se do úkolu dostávají kinematické vazby, ozubená kola, převody, motor.

##### Klíčové body:

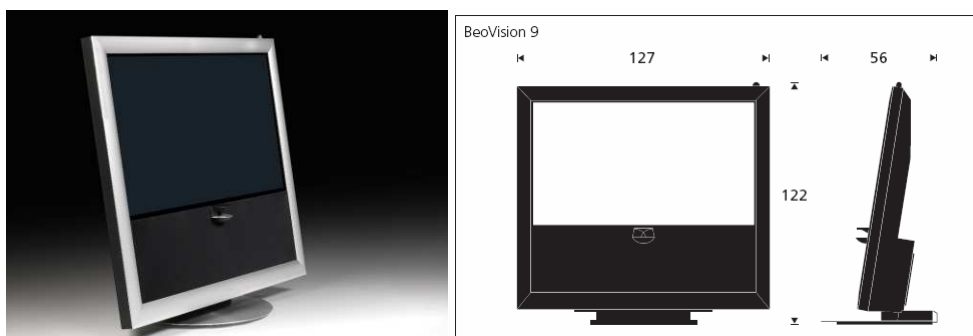
- Dodržení stávajícího designu.
- Dodržení polohy těžiště při pohybu pro zachování stability.
- Nízká hladina hluku.
- Profil pohybu. Pohyb musí být plynulý s pomalým rozjezdem a ukončením pohybu.
- Pozice reproduktoru musí být stále v horizontální poloze pro zachování akustických vlastností.- tento bod není cílem této práce, ale můžeme případně navrhnout možnosti řešení.
- 



**Obrázek 3.1** Požadovaný náklon televizoru Beovision 9 (vlevo)  
Televizor Beovision 9 – naklápění obrazovky (vpravo)

Specifikace:

- Rozměry: (VXŠXH) 122X127X56 cm.
- Hmotnost: 134 kg.



**Obrázek 3.2** Televizor BeoVision 9, rozměry (VXŠXH)

[BeoVision 9, 2008]

### 3.2 Požadavkový list

	POŽADAVEK
1	Maximální zátěž (hmotnost televizoru) je 134 kg.
2	Rozsah pohybu – naklápění kolem horizontální osy do svislé polohy o 9°, případně ještě o 2° až 3° dopředu.
3	Celá konstrukce by měla co nejméně zasahovat do stávajícího designu.
4	Nízká hladina hluku.
5	Dodržení polohy těžiště při pohybu pro zachování stability.
6	Pohyb musí být plynulý, s pomalým rozjezdem a ukončením pohybu.

### 3.3 Cíl bakalářské práce

Cílem této bakalářské práce je navržení naklápěcího mechanismu pro televizi BeoVision 9 o hmotnosti 134 kg. Návrh mechanismu by měl splňovat výše uvedené požadavky. Zásah do současného designu televizoru by měl být minimální. Polohování by mělo být motorizované, což umožní nastavit požadovanou polohu – úhel naklopení obrazovky. Důležitá je také bezpečnost při manipulaci a dodržení stability, vzhledem k velké hmotnosti televize.

## 4 PŘEDSTAVENÍ BEOVISION 9

BeoVision 9 je výchozí produkt, pro který bude systém naklápění řešen. V tohoto důvodu bych zde ráda uvedla základní informace o jeho specifikacích.

### 4.1 Luxusní plazmová televize – BeoVision 9

BeoVision 9 je luxusní plazmová televize, která v sobě skrývá neobyčejný potenciál. Podle výrobce má nejlepší obraz dostupný na trhu, vysoké rozlišení zajišťuje ostré detaily, plynulý obraz a autentické barvy. Její úhlopříčka je 50“ s rozlišením 1920 x 1080px má technologii VisionClear, která zajišťuje obraz, jenž si sám pomocí senzoru upravuje jas a kontrast, a tím se přizpůsobuje okolnímu světlu. Samozřejmostí je i technologie proti odrazu světla. Má integrovaný hard disk, na který si můžete nahrát film, který jste zrovna nestihli.



**Obrázek 3.3** BeoVision 9 a reproduktory BeoLab 5

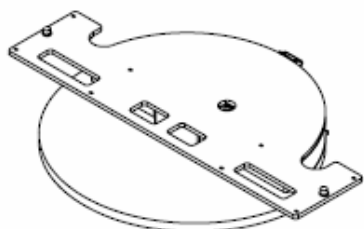
Reproduktory BeoLab 5 Vás obklopí prostorovým zvukem, jehož vlastnosti se vyrovnají ostrému obrazu. Pomocí patentované technologie akustické čočky (Acoustic Lens Technology) se zvuk ze středového kanálu šíří pod úhlem 180° ve vodorovné poloze. Zároveň je řízen výškový rozptyl, aby se minimalizovaly nežádoucí prvotní odrazy od podlahy a stropu. Výsledkem je ta nejvěrnější reprodukce původního zvuku, a to nejen v jednom místě, ale i v celé místnosti.

Přes internet má BeoVision 9 přístup k rádiu, muzice, fotkám a prohlížeči internetových stránek. Vše se ovládá univerzálním Beo 4 ovladačem [BOB, 2008].

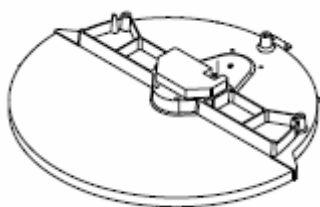


## 4.2 BeoVision 9 – řešení stojanu

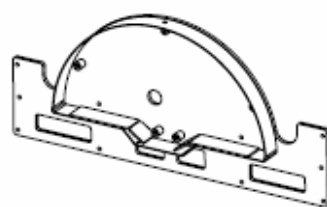
Stávající stojan pro televizi BeoVision 9 umožňuje natáčení do stran v rozsahu 30 stupňů. Polohování je možné manuálně nebo dálkovým ovládáním.



**Obrázek 4.2** Celý stojan



**Obrázek 4.3** Spodní část stojanu



**Obrázek 4.4** Vrchní část stojanu



**Obrázek 4.5** Stojan, pohled zepředu

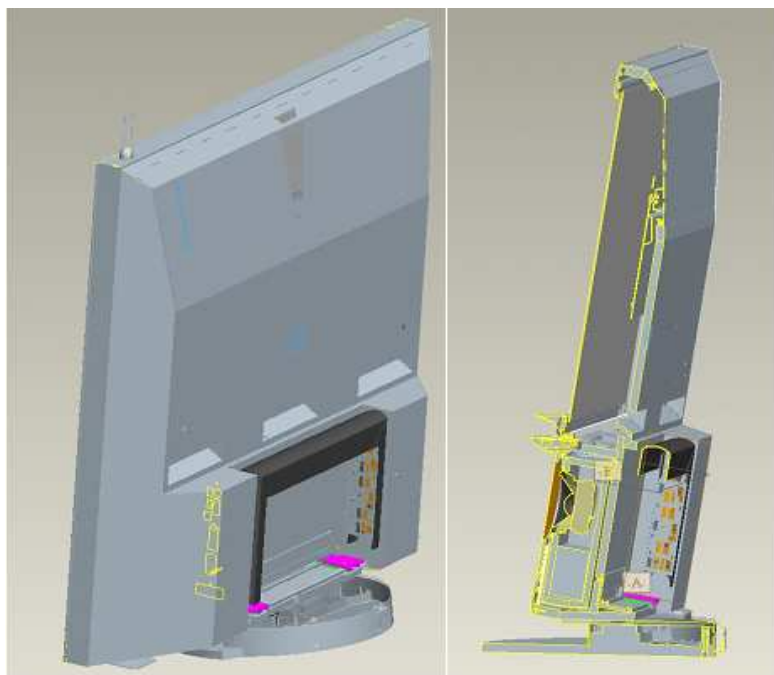
Stojan je složen ze dvou hlavních částí – spodní a vrchní, viz obr. 4.3 a 4.4. Vrchní část stojanu je připevněna k televizi. Spodní část stojanu zajišťuje natáčení do stran pomocí motorku, převodu a ložisek.



**Obrázek 4.6** Rozložená spodní část stojanu

Na obr. 4.6 je vidět rozložená spodní část stojanu, šipka nahoře naznačuje složení stojanu. Vlevo je naznačena přední (P) a zadní (Z) část stojanu. V zadní části je označen

prostor vhodný pro případné využití pro naklápečí mechanismus. Vpravo vidíme umístění motorku, převodu a ložisek.



Na obrázku 4.7 je vidět zadní část stojanu a řez televizí a stojanem. V zadní části stojanu je duté místo, které by se případně dalo využít pro mechanismus či jeho pohon.

**Obrázek 4.7** zadní část stojanu, řez stojanem a televizí

## 5 PŘEHLED STÁVAJÍCÍCH ŘEŠENÍ

Abychom mohli navrhnout nové způsoby řešení naklápění pro BeoVision 9, je potřeba se seznámit se stávajícími variantami, a to jak u firmy B&O, tak i u konkurence. Některé způsoby řešení uvádím v následujících třech kapitolách.

### 5.1 Typy držáků a stojanů na LCD a plazmové televizory

Trh nabízí různé typy držáků a stojanů. Někteří výrobci LCD a plazmových televizí nabízí také příslušenství jako držáky, stolky či stojany. Existují různé typy držáků a stojanů pro různé typy televizorů. Většina nabízených držáků a stojanů je univerzální s omezením pro použití do určité hmotnosti televizoru.

Nejobsáhlejší je nabídka držáků, které se umísťují na zeď. Další možností je kombinace držáku a stojanu, tedy umístění držáku na stojan, čímž se držáky stávají mobilní.

Stojany můžeme rozdělit dle umístění na stojany stolní a stojany na zem. Stolní stojany jsou určeny pro televizory menších rozměrů, slouží jako podstavec pod televizorem na nábytku, např. skříni, a některé mají možnost otáčení do stran o určitý úhel.

Stojany s umístěním na zem mohou být pojízdné nebo pouze stojící. Dále existují stojany teleskopické s možností nastavení výšky nebo stojany umožňující natáčení do stran o určitý úhel. Některé stojany nabízejí i naklápění monitoru kolem horizontální osy. Tyto druhy stojanů s umístěním na zem jsou spíše použitelné pro menší a středně velké obrazovky, také často mívají zabudované další prvky jako např. police.

Držáky a stojany mohou být polohovací nebo na pevno bez polohování. Polohování držáků a stojanů může být manuální, kdy si musí uživatel ručně nastavit televizor do požadované polohy. Nebo může být polohování motorizované pomocí motorů např. dálkovým ovládáním, což se ovšem projeví na ceně.

**Shrnutí :** z průzkumu trhu vyplývá, že existuje velké množství příslušenství pro malé a středně velké televizory, které jsou nejvíce žádané. Stojany pro velké televizory s váhou okolo 100 kg se téměř nevyskytují a nabídka příslušenství je velmi omezená, což je pochopitelné vzhledem k pořizovací ceně velkých televizí. Z toho také vyplývá potřeba výrobce nabídnout k určité televizi co nejvíce možností, jak televizor ustavit, aby byl uživatel maximálně spokojen.

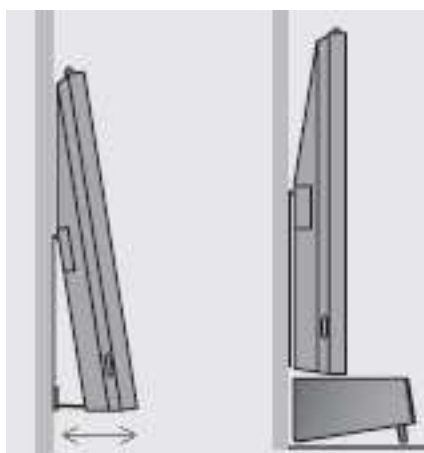
## 5.2 Stávající řešení Bang & Olufsen

Firma Bang & Olufsen nabízí k televizím více možností ustavení – nástěnné držáky, stojanové, stropní a stolní. Většina televizí má možnost umístění na stojan i na zeď. Nástěnné držáky je možné polohovat pouze manuálně. Stojanové držáky je možné polohovat manuálně i pomocí dálkově ovládaných motorů. Typy stávajících řešení jsou popsány níže:

### BeoVision 5



**Obrázek 5.1** BeoVision 5 – držák na zem



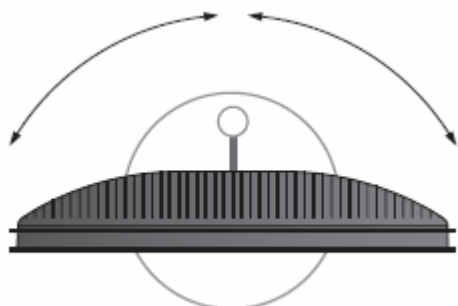
**Obrázek 5.2** BeoVision 5 – držák na zeď

Televize BeoVision 5 může být umístěna na zemi na stojanu viz obr. 5.2, kdy s ní lze natáčet. Nebo je umístěna na zeď a lze s ní naklápět, jak je vidět na obr. 5.3.

### BeoVision 7



**Obrázek 5.3** BeoVision 7 – vlevo držák na zeď, vpravo stojan



**Obrázek 5.4** BeoVision 7 – natáčení do stran

U televize BeoVision 7 se nabízí tři možnosti: stolní stojan, držák na zeď a stojan na zem. Umístění na stojanu umožňuje natáčení a polohovat lze dálkovým ovládáním. Držák na zeď umožňuje natáčení i naklápění [BeoVision 7, 2007].

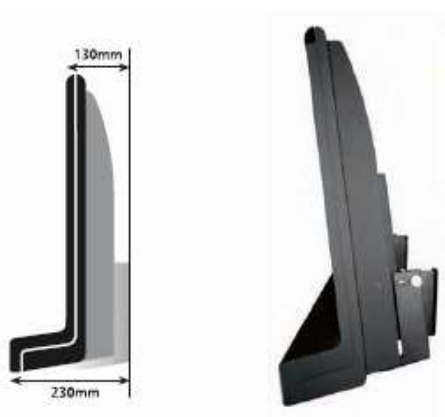
## BeoVision 8



**Obrázek 5.5** BeoVision 8 – stojan na zem



**Obrázek 5.6** BeoVision 8 – stolní stojan



**Obrázek 5.7** BeoVision 8 – držák na zeď - naklopení

Televize BeoVision 8 má také tři možnosti umístění. Stolní stojan a stojan na zem jsou nepolohovací. Držák na zeď umožňuje natočení i naklopení [BeoVision 8, 2008].

### 5.3 Typy řešení jiných výrobců

Většina výrobců LCD a plazmových televizí světových značek k nim nabízí také příslušenství. V jejich nabídce najdeme stojany a držáky určené pouze pro určitý typ televize nebo univerzální pro více typů televizí. Výrobou příslušenství k televizím se zabývají i jiné firmy. Ty většinou nabízejí držáky a stojany co nejvíce flexibilní. Tzn., že jeden typ stojanu či držáku vyhovuje více televizím na trhu, použití je omezeno váhou nebo úhlopříčkou televizoru.

Několik typů stojanů a naklápěcích mechanismů je uvedeno níže:

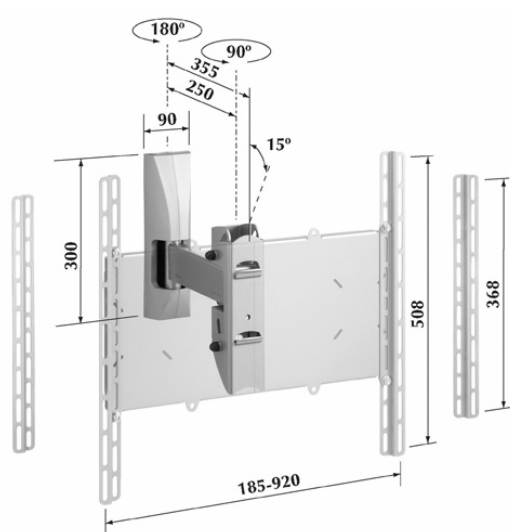


**Obrázek 5.8** Stolní stojan Panasonic - TY-ST58D2-WG



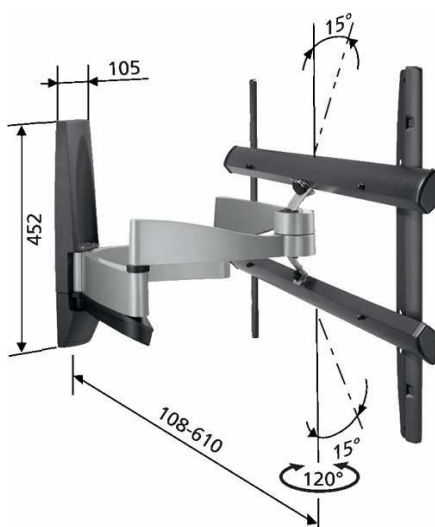
**Obrázek 5.9** Závěsná konzole Panasonic – TY-WK42PV4W

Stolní stojan Panasonic na obr. 5.8 umožňuje natočení televizoru do stran. Držák na obr. 5.9 umožňuje pouze naklopení. Stojan i držák se ovládají manuálně [TY-ST58D2-WG, TY-WK42PV4W, 2008].



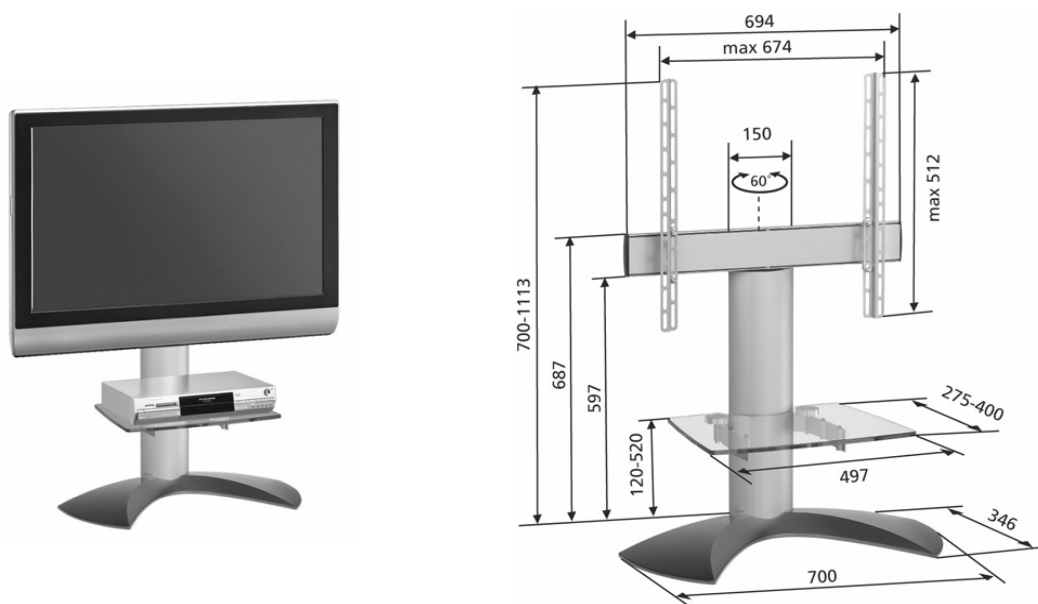
**Obrázek 5.10** VOGELS Nástěnné rameno na LCD/plazmu VFW365

Nástěnné rameno na obr. 5.10 je určeno pro LCD/plazmu do hmotnosti 70 kg a s doporučenou úhlopříčkou 23-65", možnost náklonu 15°.



**Obrázek 5.11** VOGELS Polohovatelný držák na velké LCD a plazmy - EFW 6445

Polohovatelný držák na obr. 5.11 je univerzální, díky rozhraní VESA 950x550 vyhovuje většině největších TV na trhu, pro LCD/plazmy do hmotnosti 55 kg a pro úhlopříčku 42 - 70" (108-178 cm ). Umožňuje vytažení TV od stěny až o 50 cm a snadnou manipulaci v obou rovinách, možný náklon  $\pm 15^\circ$  a natočení do stran  $\pm 60^\circ$ . Ovládá se pouze manuálně.



**Obrázek 5.12** VOGELS Stojan na zem pro LCD/plazmu - EFF1140

Na obr. 5.12 je podlahový stojan na LCD/plazmu do hmotnosti 45 kg. Doporučená úhlopříčka 25-42" (63-107 cm). Možnost otáčení do stran  $\pm 30^\circ$ . Příkladná polička má nosnost 20 kg [EFF 1140, 2008].



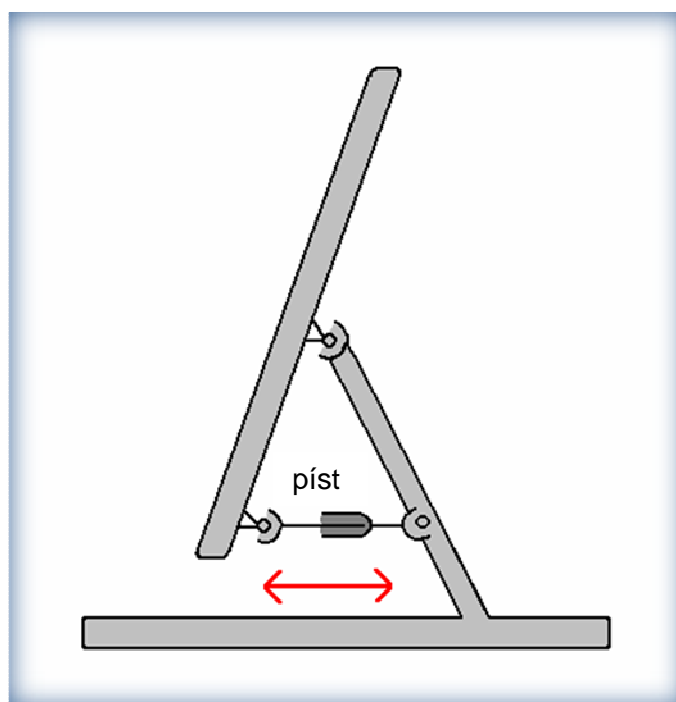
## 6 VARIANTY ŘEŠENÍ

V následujících kapitolách navrhuji tři způsoby řešení naklápění obrazovky. Mezi tyto varianty patří tzv. kolébka, dále pak klíny a šroub.

### 6.1 Úvod a kinematická schémata

Je důležité prvotně si uvědomit působení sil, možnosti pohybů a manipulace s takto velkou televizí. Dále musíme při těchto pohybech zohlednit již existující stojan a jeho fungování. Neméně důležitá je otázka stability. Stabilitou se budu zabývat později - v následující kapitole. To je základ, ze kterého mohu vycházet a přemýšlet o samotném konstrukčním řešení, navrhnout možnosti, zhodnotit je a vybrat z nich tu, která bude nejvíce splňovat požadavky firmy Bang & Olufsen. Některá schémata byla navržena ve spolupráci s inženýry z firmy Bang & Olufsen.

Některá řešení nerespektují stávající design a konstrukci televize. Jsou zde uvedena spíše jako kinematická schémata nebo principy, které mi pomohly při návrhu variant řešení.

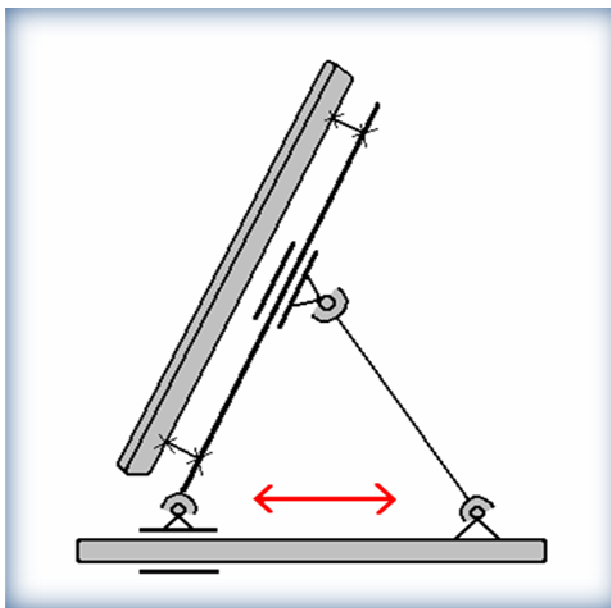


Obrázek 6.1 Naklápění kolem horizontální osy 1

Na obrázku 6.1 je zobrazeno kinematické schéma, které využívá naklápění kolem horizontální osy televizoru. Využívá se zde dvou kloubů, přičemž pohyb může být konán pomocí např. pístu či pohybovým aktuatorem. Čím blíže bude osa k těžišti, tím menší síly

bude potřeba. V tomto případě by stačil menší motor. Byla by zde možnost uzamykání v nastavené pozici.

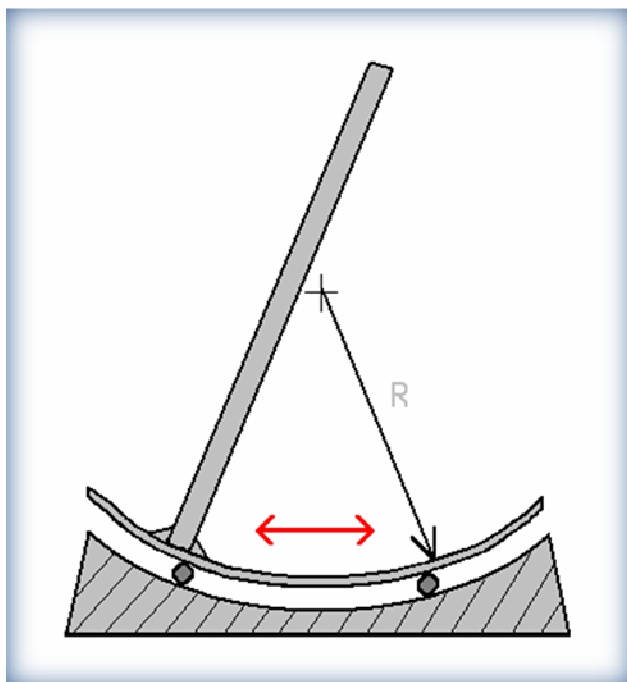
Částečně podobný způsob pohybu, avšak jinak řešený, znázorňuje obrázek 6.2. Konstrukce je řešená pomocí kloubů a lineárního vedení. Toto řešení je technicky náročnější než u předchozí varianty.



**Obrázek 6.2** Kloubové řešení 1

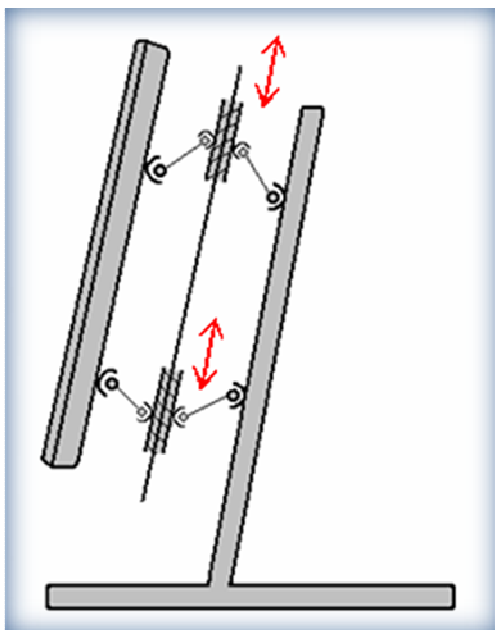
Výhodou obou řešení by byl jednoduchý přístup k pohonu naklápění, klouby mohou být bezúdržbové – plastové.

Nevýhody obou řešení - řešení jsou nepřízpůsobitelné stávající konstrukci a designu, a tedy změna by byla nutná. Po jakémkoliv zakrytí bude televizor působit těžkým dojmem. Hmotnost televizoru by se při tomto řešení hodně zvýšila.



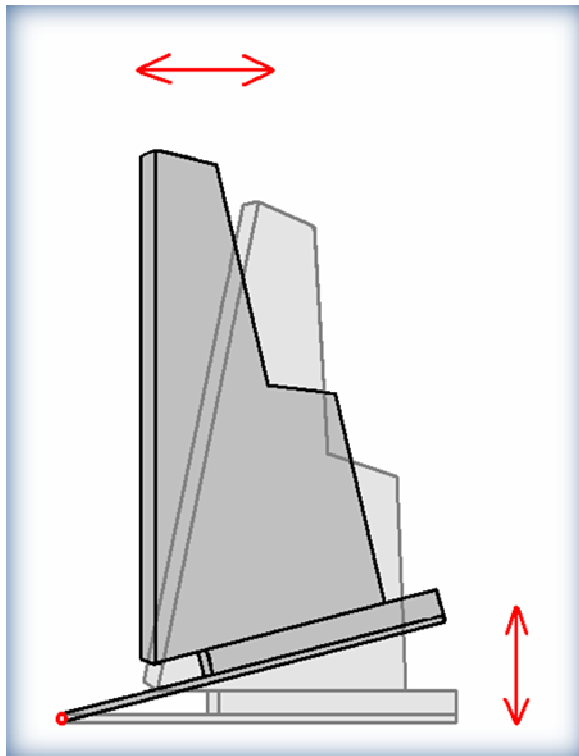
Obrázek 6.3 „Kolébka“

Další zajímavou možností je využití principu „kolébky“ na obrázku 6.3. V tomto případě by bylo potřeba klást větší důraz na přesnost. Zásah do stávající konstrukce by nemusel být nijak velký, jednalo by se o přizpůsobení v oblasti stojanu. Výsledkem by mohlo být tiché a elegantní řešení bez použití velké síly.



Obrázek 6.4 Naklápění dvěma šrouby

Opačné stoupání dvou šroubovic vidíme na obrázku 6.4. Pohyb je konán horní nebo dolní šroubovicí s využitím kloubů. To umožní různé způsoby naklopení, ale i posunutí. Nebylo by potřeba velké síly na samotný pohyb šroubovic. Stojan a klouby by musely být dosti masivní. Řešení je technicky náročné a pravděpodobně by bylo i hlučnější.



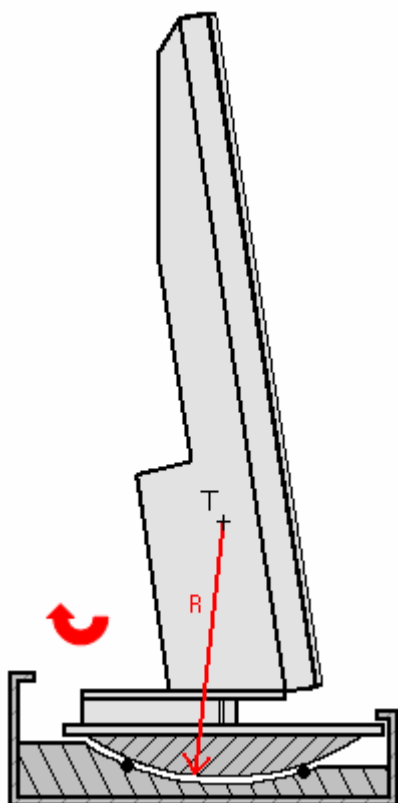
Využití jednoho kloubu, resp. pantu je znázorněno na obrázku 6.5. Je zde naznačen pouze pohyb, který nabízí využití více možností řešení v oblasti stojanu.

**Obrázek 6.5** Naklápění kolem horizontální osy 2

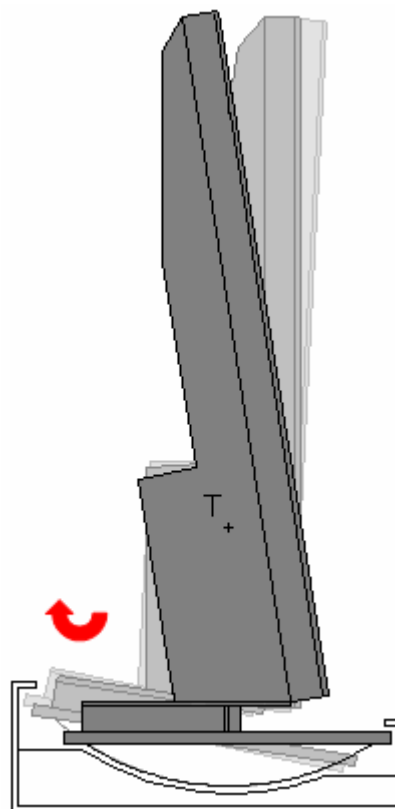
## 6.2 Návrhy řešení a jejich popis

### 6.2.1 Varianta I. – „KOLÉBKKA“

Varianta „kolébky“ může být velmi stabilní řešení. Dalo by se vyřešit jako volitelná „nástavba“ pod dnešní TV, takže by bylo možné podstavec dokoupit. Řešení by vyžadovalo minimální zásahy do stávající TV, v podstatě jen montáž nástavby. Tato varianta bude nejspíš náročná na výrobu a zřejmě také drahá.



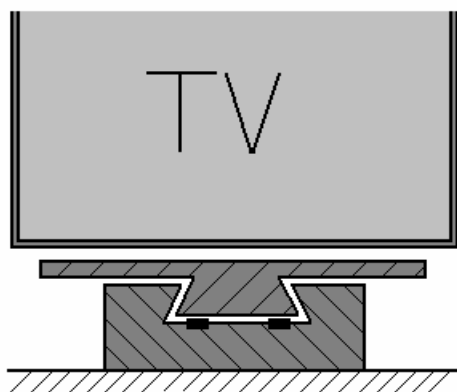
**Obrázek 6.6** Varianta I. – způsob naklápění televizoru



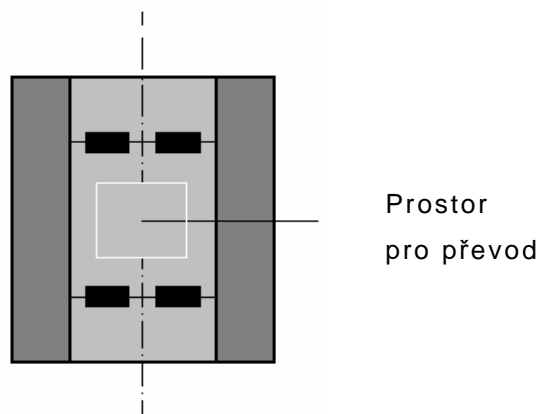
**Obrázek 6.7** Náklon televizoru + 9 stupňů do svislé polohy a + 3 stupně dopředu

Při řešení designu je samozřejmě nutné mít na zřeteli váhu TV a změnu polohy těžiště při naklápění. Z tohoto důvodu bude nejvýhodnější zvolit poloměr otáčení  $R$  tak, aby střed otáčení byl v těžišti  $T$ . Naklápění bude způsobovat kruhová výseč vhodně zvoleného poloměru, jak je vidět na obr. 6.6. Změnou polohy kruhové výseče se změní úhel náklonu. Těžiště přitom zůstává ve stejné poloze, jak je zřejmé z obrázku 6.7.

Styčné body „kolébky“ by mohly být nejspíše třecí plasty, tedy ložiskové plasty, jako např. Murtfeldt nebo Zedex, protože nepotřebují mazání. Tyto třecí ložiskové materiály by se měly vyskytovat i na šikmých stěnách Z drážky. Z drážka nemusí být příliš vysoká, ale měla by být široká pro zvýšení boční tuhosti podstavu. Místo Z drážky by se dala použít i T drážka.

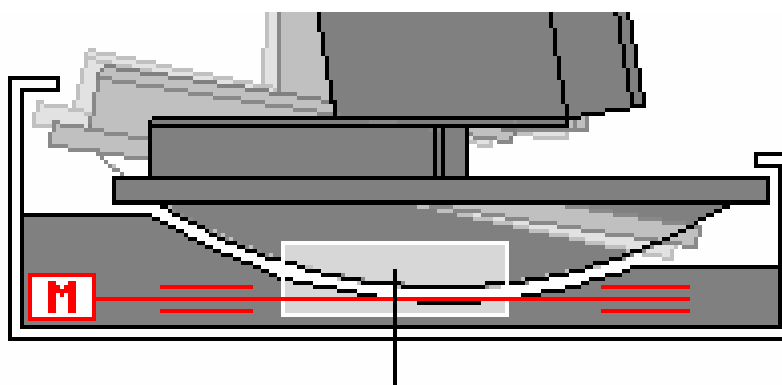


**Obrázek 6.8** Varianta I. – pohled zepředu, řez „kolébkou“



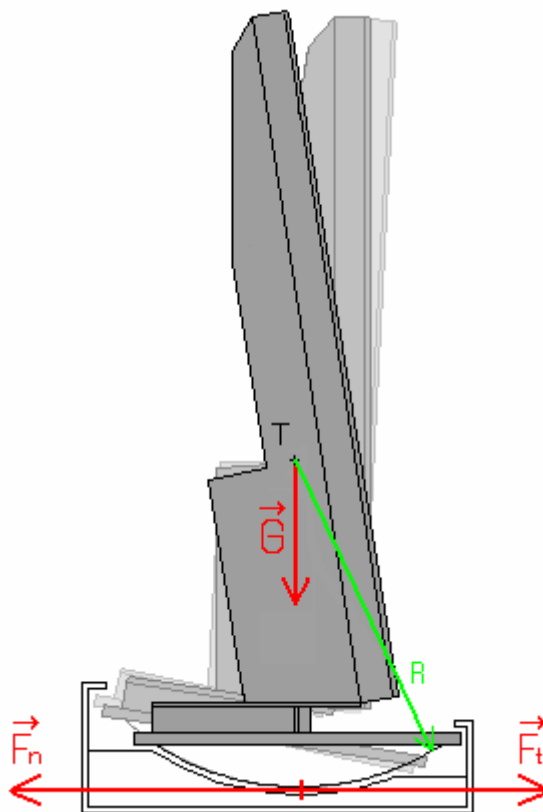
**Obrázek 6.9** Varianta I. – spodní část „kolébky“

Prostor pro motor je dostatečný. Mechanismus může být poháněn akuatorem nebo elektromotorkem s převodovkou s vysokým převodem. Nabízí se, že při správné volbě poloměru zakřivení Z drážky by její spodní okraj mohl přímo tvořit šnekové kolo, resp. výseč druhého převodu – šnekového. Prvním stupněm by byla například planetová převodovka přímo na motorku umístěném v zadní části.



Možný prostor pro šnekový převod

**Obrázek 6.10** Možnost umístění motoru u Varianty I.

**Obecné působení sil u Varianty I.****Obrázek 6.11** Varianta I. - Působení sil při naklápění

V tomto případě má poloměr otáčení  $R$  střed v těžišti  $T$ , takže těžiště  $T$  zůstává při naklápění stále ve stejné poloze. Proti pohybové síle  $F_n$  bude působit pouze třecí síla  $F_t$ . Budeme tedy porovnávat síly.

Musí platit, že :

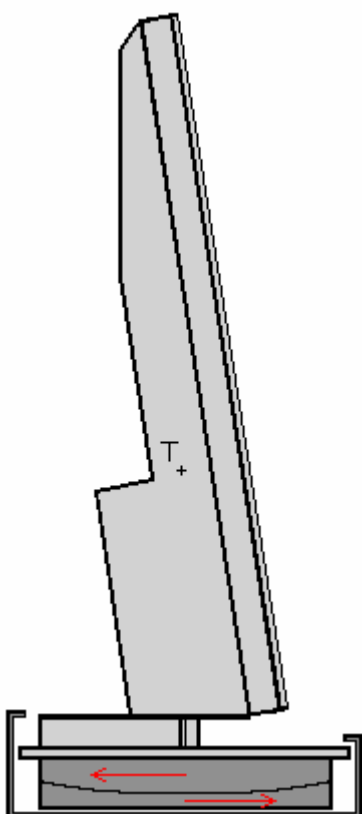
$$F_n > F_t.$$

[1]

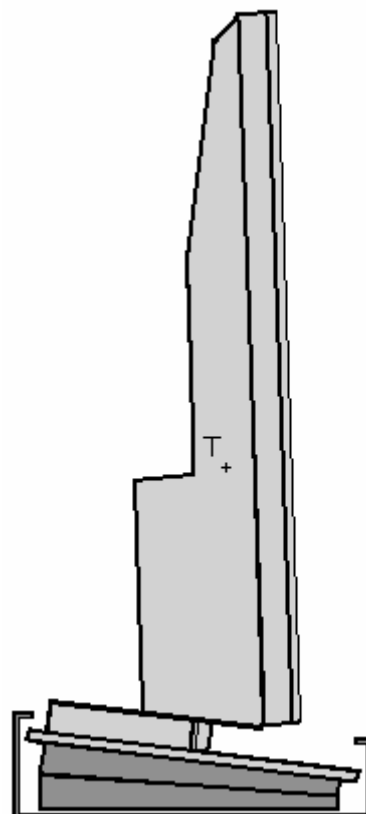
V případě, že poloměr otáčení  $R$  nebude mít střed otáčení v těžišti  $T$ , musíme porovnat momenty sil, abychom zjistili potřebnou sílu zvedání.

### 6.2.2 Varianta II. – „KLÍNY“

Tato varianta je založena na pohybu dvou kotoučů ve tvaru klínů, které jsou seříznuty pod určitým úhlem. Oba kotouče musí konat pohyb současně, aby se televizor pouze naklápěl. V případě nesouměrných pohybů by došlo k vychýlení do stran. Uvnitř kotoučů je dutý prostor vhodný pro umístění pohonu a pohybových mechanismů. Vše by muselo být velice přesné, aby byl zaručen souměrný pohyb kotoučů proti sobě. Při náklonu se bude těžiště T pohybovat směrem dopředu se středem otáčení ve středu kotoučů.



**Obrázek 6.12** Varianta II. - poloha „klínů“. pohled z boku

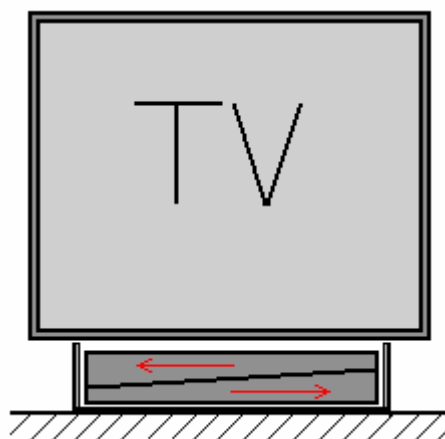


**Obrázek 6.13** Varianta II. - naklopení TV otočením klínů

Obr. 6.12 a 6.14 znázorňují polohu klínů v původní poloze televizoru, bez naklopení, z boku a zepředu.

Na obr. 6.13 je vidět postavení kotoučů v případě náklonu televizoru. Střed otáčení je ve středu kotoučů. Úhel seříznutí kotoučů bude polovina maximálního úhlu vychýlení z původní polohy. V našem případě je maximální rozsah naklápění 12 stupňů, kotouče tedy budou seříznuty pod úhlem 6 stupňů.



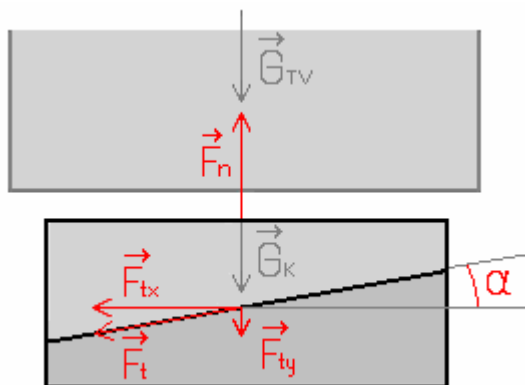


**Obrázek 6.14** poloha „klínů“, pohled zepředu

Výhodou u Varianty II. je do jisté míry originalnost řešení. V případě, že by například kotouče nebyly zakryté, nabízel by se navíc i zajímavý zážitek z jejich pohybu.

Nevýhodné by zde bylo komplikované řízení, kinematické spojení, pohánění a přesná výroba.

### **Obecné působení sil u Varianty II.**



**Obrázek 6.15** Varianta II. - Působení sil při naklápění

$$\text{Síla potřebná pro naklápění } F_n : \quad F_n = G_{tv} + G_k + F_{ty} \quad [2]$$

➤ Dosadíme-li za  $G_{tv}$ ,  $G_k$ ,  $F_{ty}$  a  $F_t$  :

$$\text{Tíha televizoru } G_{tv} : \quad G_{tv} = m_{tv} \cdot g \quad [3]$$

$$\text{Tíha klínu } G_k : \quad G_k = m_k \cdot g \quad [4]$$

$$\text{Y-nová složka třecí síly } F_{ty} : \quad F_{ty} = F_t \cdot \sin(\alpha) \quad [5]$$

$$\text{Třecí síla } F_t : \quad F_t = m_{(k+tv)} \cdot g \cdot f \quad [6]$$

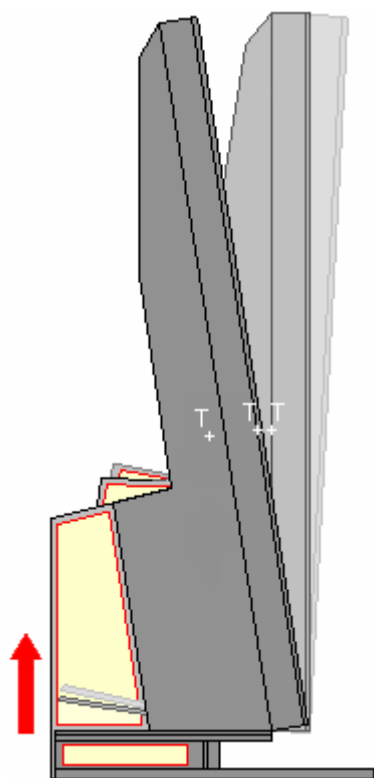
$$\text{Po dosazení získáme vzorec pro } F_n : \quad F_n = m_{tv} \cdot g + m_k \cdot g + m_{(k+tv)} \cdot g \cdot f \cdot \sin(\alpha) \quad [7]$$

$$F_n \text{ po úpravě :} \quad F_n = (m_{tv} + m_k) \cdot g \cdot (1 + f \cdot \sin(\alpha)) \quad [8]$$

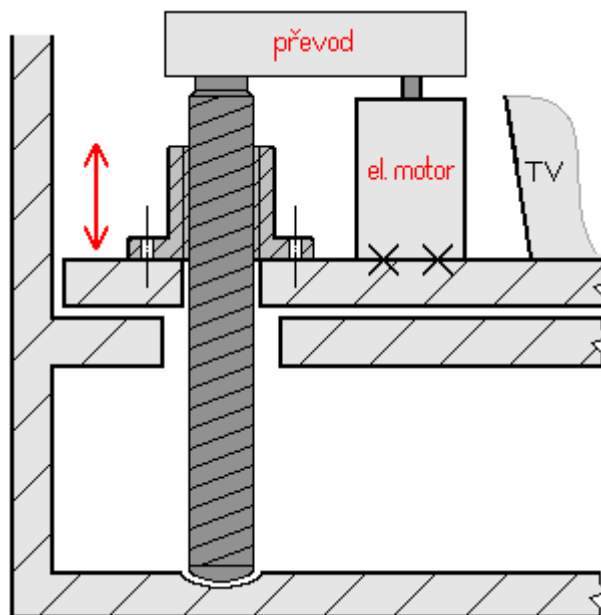
$$\text{Síla potřebná pro pohyb klínu } F_n' : \quad F_n' = G_k + F_{ty}' \quad [9]$$

### 6.2.3 Varianta III. – „ŠROUB“

Tato varianta by mohla být řešena v dutém prostoru stávajícího stojanu a v prostoru za televizí nad stojanem. U této varianty bude pohyb, tedy naklápění, konat šroub. Pohon může zajišťovat přes převod elektromotorek či aktuator. Šroub, převod a motorek mohou být umístěny ve zmíněných prostorech, jak je vidět na obr. 6.16, využitelný prostor ve stojanu je označen žlutě na obr. 6.16.



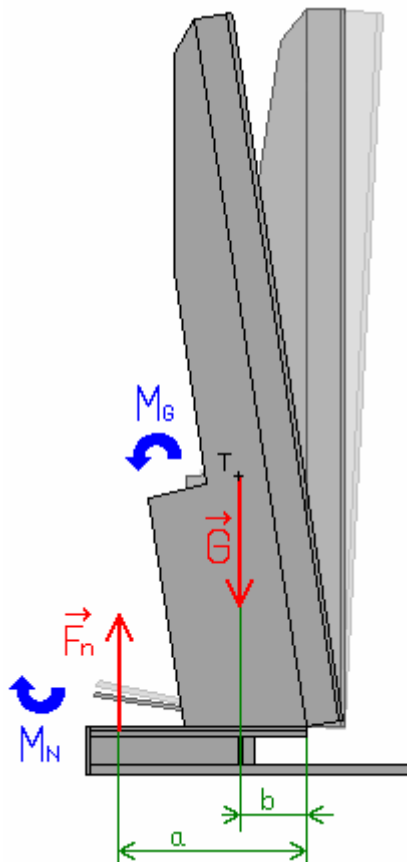
**Obrázek 6.16** Varianta III. - způsob zvedání šroubem



**Obrázek 6.17** Varianta III. – šroub, matice, převod, motor

Řešení se skládá z kuličkového šroubu, matice, převodu a pohonu. Obdobou této varianty je použití kuličkového šroubu s integrovaným servomotorem. Jak je vidět z nákresu na obr. 6.17, musí se přidat k horní desce stojanu ještě druhá deska stejného profilu, na které stojí televize. Desky jsou spojeny v přední části pantem. Osa otáčení se nachází mezi těmito deskami na přední straně. V přidané desce je zabudována kuličková matice, již je veden kuličkový šroub. Šroub se opírá o spodní podstavu. Šroub poháněn motorkem koná rotační pohyb, a tím uvádí do pohybu matici, která koná přímočarý pohyb. Při pohybu šroubem se bude zvedat horní deska, čímž dojde k naklápění obrazovky. V místě, kde šroub dosedá na spodní desku, bude vhodné kluzné uložení.

Výhodou u této varianty je bezesporu využití volného prostoru ve stávajícím dispozičním řešení televizoru, a tedy minimální zásah do designu. Pro realizaci tohoto řešení využijí možností komponentů, které jsou nabízeny na trhu.

**Působení sil u Varianty III.**

Aby došlo ke zvednutí, respektive k naklopení televize, musí být moment  $M_N$  větší než moment  $M_G$

**Obrázek 6.18** Varianta III. - Působení sil při naklápění

Musí tedy platit, že :  $M_N > M_G$  [10]

➤ Dosadíme-li za  $M_N$ ,  $M_G$  a  $G_{tv}$ :

Moment naklápění  $M_N$ :  $M_N = F_n \cdot a$  [11]

Moment tíhový  $M_G$ :  $M_G = G_{tv} \cdot b$  [12]

Tíha televizoru  $G_{tv}$ :  $G_{tv} = m_{tv} \cdot g$  [13]

Po dosazení získáme vzorec :  $F_n \cdot a > m_{tv} \cdot g \cdot b$  [14]

ze kterého získáme  $F_n$ :  $F_n > \frac{m_{tv} \cdot g \cdot b}{a}$  [15]

## 7 STABILITA

Stabilita je při návrhu způsobu naklápění velmi důležitá. Aby byl zachován komfort zákazníka a nebyla ohrožena jeho bezpečnost, je potřeba se tímto problémem zabývat podrobněji.

### 7.1 Stabilita proti převržení obecně

Při zatěžování těles může dojít k jejich převržení. Na obr. 7.1 je znázorněno těleso o tíze  $G$ . Bude-li na těleso působit síla  $F$ , dojde k jeho naklápění. Těžiště  $T$  bude měnit polohu směrem k bodu  $A$  a síla  $F$  se bude zmenšovat. V momentě, kdy budou těžiště  $T$  a bod  $A$  nad sebou, bude těleso v rovnovážném stavu, síla  $F$  bude nulová. Dostane-li se těleso za tuto hranici, dojde k převržení tělesa kolem bodu  $A$ . Aby se těleso udrželo v určité poloze za touto hranicí, budeme potřebovat sílu, působící v opačném směru než síla  $F$  na obr. 7.1 [Hlaváčková a kol., 2007].

- **Míra bezpečnosti**

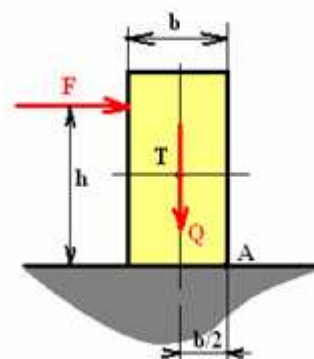
Míra bezpečnosti slouží k určení možné cizí síly (působící z venku), která by mohla těleso převrhnout, v našem případě televizi, např. při nárazu do tělesa.

Míra bezpečnosti je dána vzorcem

$$\mu = \frac{M_s}{M_{kl}}$$

Kde  $M_s$  je stabilizující moment neboli tíhový moment tělesa a  $M_{kl}$  je klopný moment, tedy moment působící síly  $F$ .

Výpočet je uveden níže.



**Obrázek 7.1** Míra bezpečnosti

Míra bezpečnosti  $\mu$  :

$$\mu = \frac{M_s}{M_{kl}} \quad [16]$$

Stabilizující moment  $M_s$  :

$$M_s = Q \cdot \frac{b}{2} \quad [17]$$

Klopný moment  $M_{kl}$  :

$$M_{kl} = F \cdot h \quad [18]$$

Pokud výpočtem vyjde hodnota  $\mu > 1$ , je zatížení tělesa z hlediska stability proti převržení na straně bezpečnosti.

Stabilitu televize při naklápění budu řešit grafickým znázorněním a výpočtem potřebné síly pro udržení v dané poloze v následujících odstavcích.

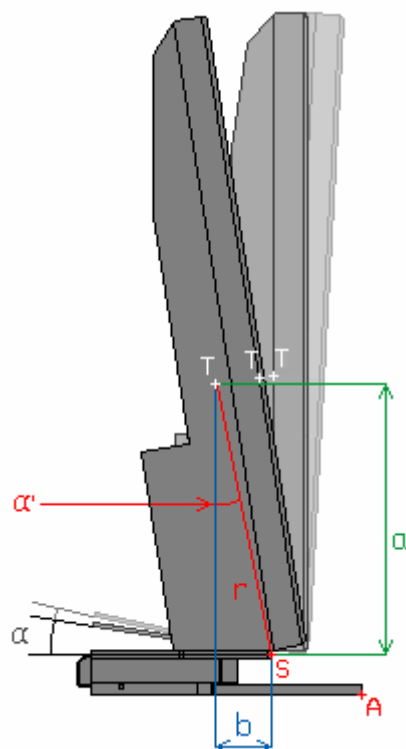
## 7.2 Stabilita u varianty III.

V této kapitole se budu zabývat stabilitou televizoru proti převržení v určitých fázích náklonu televizoru. Poloha těžiště se bude měnit v závislosti na pohybu televizoru. Se změnou polohy těžiště se bude měnit síla potřebná k naklápění, tedy k udržení televize v určité stabilní poloze.

Budu zde řešit způsob naklápění, resp. posunutí těžiště při způsobu pohybu u varianty III. Určení stability, neboli působení sil, bude využito při podrobnějším návrhu a řešení zvolené varianty.

### 7.2.1 Poloha těžiště

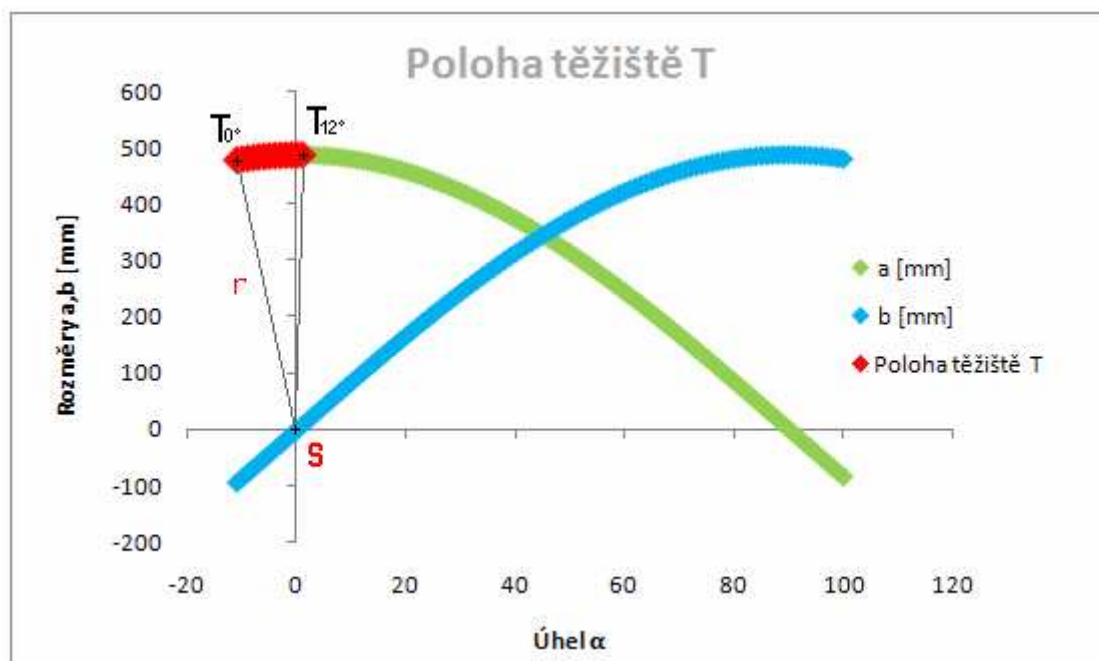
U varianty III. se naklápí pouze obrazovka s horní deskou stojanu, přičemž stojan zůstává v původní poloze. Zvedací zařízení je integrováno přímo do stojanu. Bodem otáčení neboli středem poloměru otáčení bude bod **S**, na obr. 7.2. Tento bod **S** nalezneme i na obrázku 7.3. Je zde graf, který znázorňuje průběh změn polohy těžiště při náklonu. Červený úsek ukazuje změnu polohy těžiště **T** v závislosti na změně úhlu  $\alpha$ , tedy náklonu televize O až 12°.



**Obrázek 7.2** Stabilita – posun těžiště T; základní pozice, plus 9 stupňů, plus 12 stupňů

Pro rozměr **a** platí vztah :  $a = r \cdot \sin(\alpha)$  [19]

Pro rozměr **b** platí vztah:  $b = r \cdot \cos(\alpha)$  [20]



**Obrázek 7.3** Graf závislosti polohy těžiště T na změně úhlu  $\alpha$

Tabulka 1 Poloha těžiště v závislosti na změně úhlu  $\alpha$  ( $\alpha'$ )

úhel $\alpha$ [°]	úhel $\alpha'$ [°]	rozměr a [mm]	rozměr b [mm]	Poloměr r [mm]
0	-11	478,62	-93,03	487,50
1	-10	480,17	-84,66	
2	-9	481,57	-76,27	
3	-8	482,83	-67,85	
4	-7	483,94	-59,42	
5	-6	484,90	-50,96	
6	-5	485,72	-42,49	
7	-4	486,39	-34,01	
8	-3	486,91	-25,51	
9	-2	487,28	-17,01	
10	-1	487,50	-8,50	
11	0	487,58	0	
12	1	487,50	8,50	

Tabulka 1 ukazuje hodnoty ramen **a** a **b** při náklonu  $\alpha$  až 12 stupňů, v závislosti na změně úhlu  $\alpha$ , resp. úhlu  $\alpha'$ . Kde  $\alpha$  je 0 až 12 stupňů, tedy reálný úhel náklonu.  $\alpha'$  je úhel, který svírá rameno **r** v určité poloze těžiště **T** s osou **Y**.

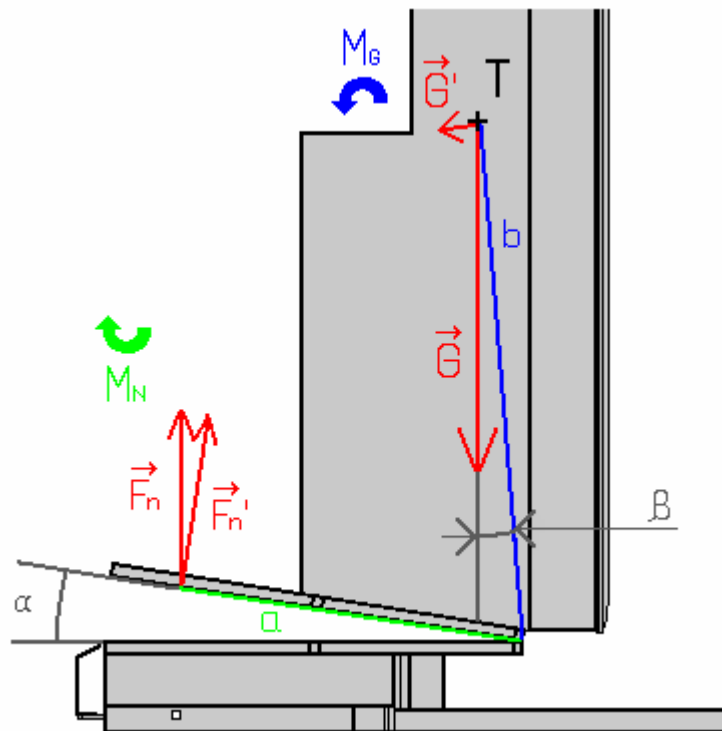
Z obrázku 7.2 je vidět, že vzhledem k bodu **A** je televizor stabilní. S podmínkou, že bude zajištěna stabilita proti převržení vzhledem k bodu **S** v každé poloze náklonu televizoru.

Z obrázků 7.2 a 7.3 a také z tabulky 1 vyplývá, že se televize přes střed otáčení, bod **S**, bude překlápět. Při velikosti úhlu náklonu  $\alpha = 11^\circ$  se bude televizor nacházet v beztláčeném stavu. Je to moment, kdy je rameno **a** rovno poloměru **r**. Při velikosti úhlu náklonu  $\alpha = 12^\circ$  bude již pro udržení televizoru v této poloze potřeba síly opačné oproti síle naklápěcí. Pro zajištění stability proti převržení přes bod **S**, vlivem vnější síly a hmotnosti televizoru, bude nutno použít sílu pro udržení televizoru v dané poloze.

Dále se tedy budu zabývat řešením síly potřebné pro naklopení a udržení televize v této poloze, viz obr. 7.4 dále.



## 7.2.2 Naklápečí síla



Obrázek 7.4 Působení sil při naklápění

Pro naklopení a udržení televize v určité poloze dle úhlu náklonu potřebujeme naklápečí sílu  $F_n$ . Proti síle  $F_n$  působí síla tíhová  $G$ . Pro naklopení musí být naklápečí síla  $F_n$  větší než síla tíhová  $G$ . A pro udržení televizoru v dané poloze se musejí obě síly  $F_n$  a  $G$  rovnat. Vzorce pro výpočet naklápečí síly  $F_n$  jsou uvedeny níže.

Musí tedy platit, že :  $M_N > M_G$  [21]

➤ Dosadíme-li za  $M_N$ ,  $M_G$  a  $G_{tv}$ :

Moment naklápění  $M_N$ :  $M_N = F_n \cdot a \cdot \cos(\alpha)$  [21]

Moment tíhový  $M_G$ :  $M_G = G_{tv} \cdot b \cdot \sin(\beta)$  [22]

Tíha televizoru  $G_{tv}$ :  $G_{tv} = m_{tv} \cdot g$  [23]

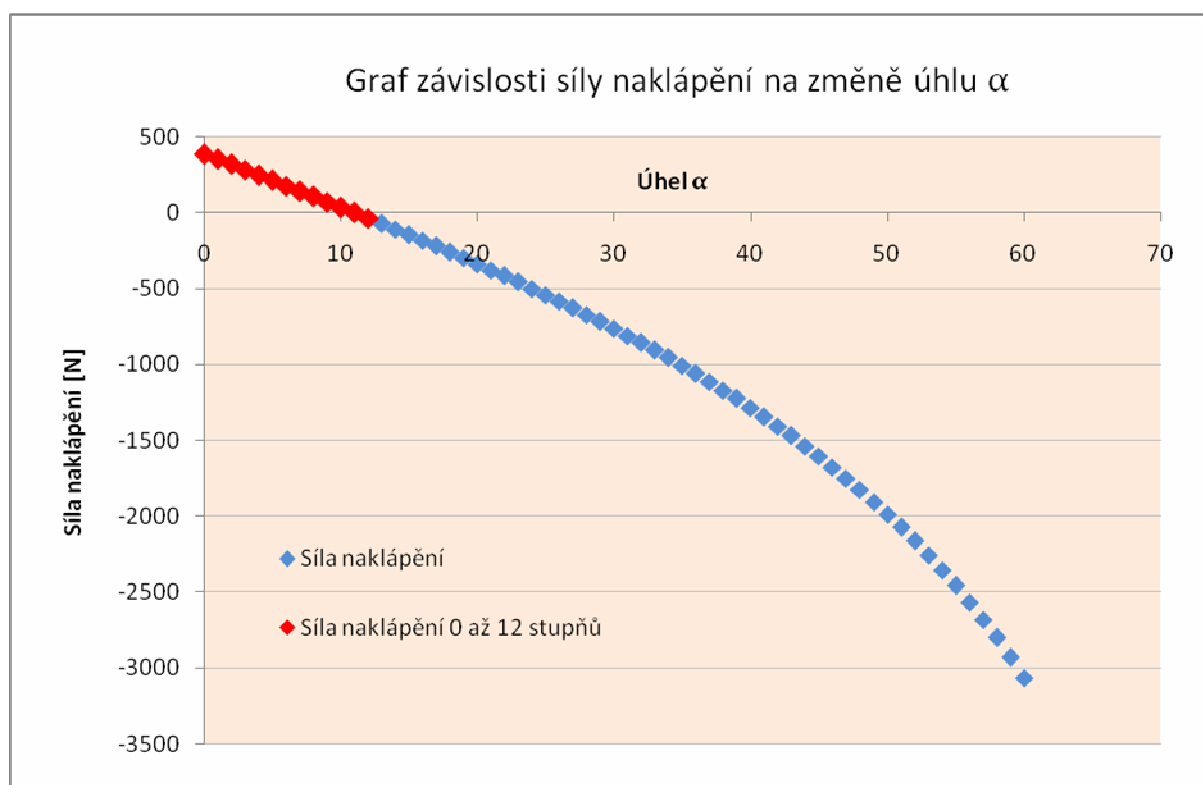
Dosadíme a získáme vzorec:  $F_n \cdot a \cdot \cos(\alpha) > m_{tv} \cdot g \cdot b \cdot \sin(\beta)$  [24]

ze kterého získáme  $F_n$ :  $F_n > \frac{m_{tv} \cdot g \cdot b \cdot \sin(\beta)}{a \cdot \cos(\alpha)}$  [25]

**Tabulka 2** Naklápěcí síla v závislosti na změně úhlu  $\alpha$ 

úhel $\alpha$ [°]	úhel $\beta$ [°]	Naklápěcí síla $F_n$ [N]	Tíhová síla $G$ [N]	Rameno a [mm]	Rameno b [mm]
0	11	415	1159	260	487
1	10	378			
2	9	340			
3	8	303			
4	7	266			
5	6	228			
6	5	190			
7	4	153			
8	3	115			
9	2	77			
10	1	39			
11	0	0			
12	-1	-39			

V tabulce 2 vidíme hodnoty naklápěcí síly v závislosti na změně úhlu náklonu v rozsahu 0 až 12 stupňů.



**Obrázek 7.5** Graf závislosti síly naklápění na změně velikosti úhlu náklonu

Graf závislosti síly naklápění na změně velikosti úhlu náklonu na obr. 7.5 ukazuje hodnoty naklápěcí síly v rozsahu 0 až 12 stupňů (červená barva) a pokračující průběh křivky této závislosti.

## 8 ZHODNOCENÍ VARIANT

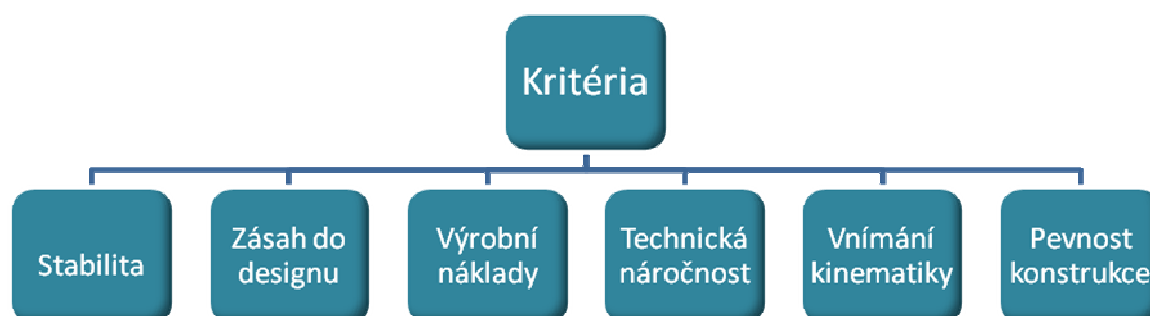
Následující text uvádí hodnotící kritéria, která je potřeba brát při výběru té nejlepší a nepoužitelnější možnosti naklápění v úvahu. Nakonec je dle výsledků analýzy těchto kritérií zvolena ta nejlepší možnost z navrhovaných tří variant.

### 8.1 Hodnotící kritéria

Pro zhodnocení navržených variant použijeme určitá hodnotící kritéria. Tato kritéria byla navržena tak, abychom jejich vyhodnocením získali efektivní a objektivní výsledek.

Všechna kritéria byla konzultována se zástupci firmy Bang & Olufsen a jsou důležitá pro výběr optimální varianty.

Použijeme šest významných kritérií: Stabilita, Zásah do designu, Výrobní náklady, Technická náročnost, Vnímání kinematiky, Pevnost konstrukce. Tato kritéria jsou popsána níže.



#### I. Stabilita (20 %)

Vzhledem k hmotnosti televizoru 134 kg je celková stabilita velice důležitá. Požadavkem konstrukce je dodržení polohy těžiště, aby nemohlo dojít k převržení a manipulace s konstrukcí byla bezpečná. Toto kritérium hodnotí změny polohy těžiště při naklápění dle způsobu pohybu navrhované varianty.

#### II. Zásah do designu (20 %)

Toto kritérium hodnotí předpokládané změny v konstrukci a designu stávajícího televizoru a stojanu. Tedy jak velký zásah bude potřeba při realizaci návrhu naklápěcího mechanismu a jak moc se tím změní původní design a konstrukce televizoru a stojanu.

**III. Pevnost konstrukce (20 %)**

Pevnost konstrukce hodnotí tvar a velikost celého řešení, použité prvky a komponenty. Zde by se dala částečně zahrnout i stabilita a bezpečnost řešení.

**IV. Technická náročnost (20 %)**

K tomuto kritériu se vztahuje složitost výroby a následné montáže, předpokládaná poruchovost mechanismu a také případný servis. Hodnotí se zde složitost řešení, což může mít vliv nejen na cenu, ale i na případné komplikace při výrobě, montáži a servisu. U složitých mechanismů roste poruchovost, čímž se dále zvyšují náklady a je lépe předem případným potížím předcházet.

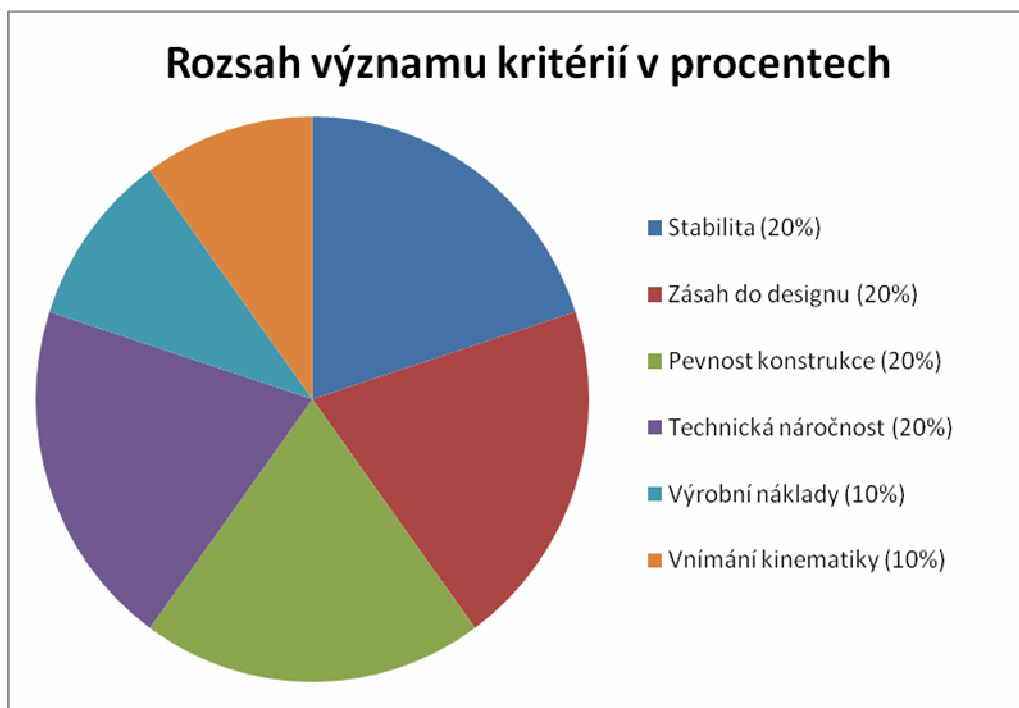
**V. Výrobní náklady (10 %)**

Výrobní náklady zahrnují předpokládané finanční náklady při výrobě naklápěcího mechanismu. Spadá zde hodnocení použitých komponentů z hlediska ceny. Výrobní náklady může ovlivnit i předchozí kritérium – Zásah do designu, např. v případě, že bude řešení vyžadovat výrobu nebo přizpůsobení určitých dílů konstrukce.

**VI. Vnímání kinematiky (10 %)**

Kritérium vnímání kinematiky zahrnuje pocity a dojmy uživatele při používání televizoru. Jak na uživatele bude působit konstrukce naklápěcího mechanismu – masivní, elegantní apod. Nebo jaký bude vzbuzovat dojem pohyb této konstrukce, např. zvuk – hlučnost, rychlost, způsob pohybu.

Navržené varianty budou ohodnoceny výše uvedenými kritérii. Přičemž každé kritérium má určitou významnost či důležitost. Rozsah významu je vyjádřen procentuální hodnotou kritéria z celkového hodnocení, viz graf na obr. 8.1.



Obrázek 8.1 Graf - rozsah významu kritérií v procentech

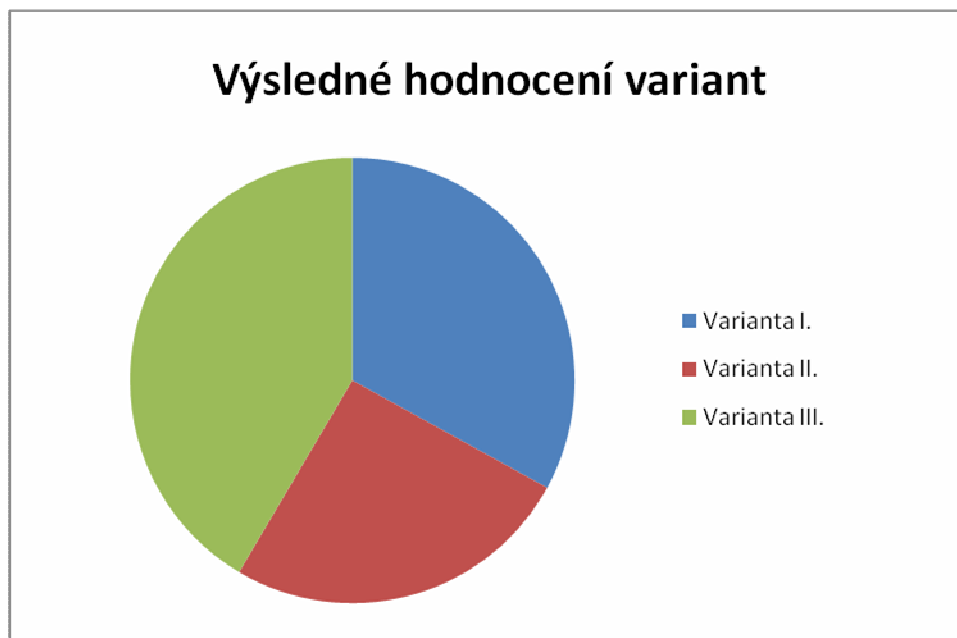
## 8.2 Hodnocení a výsledná varianta

Každá varianta bude ohodnocena výše uvedenými kritérii. Hodnocení bude bodováno 1, 2, 3, 4, 5, přičemž nejvyšší význam bude mít hodnota bodu 5. Poté se hodnota u každé varianty vynásobí procenty dle významnosti daného kritéria. Nakonec se výsledné hodnoty sečtou. Optimální varianta získá nejvyšší počet bodů.

Tabulka 3 Hodnotová analýza

Kriterium	Významnost <i>v v %</i>	Varianta I		Varianta II		Varianta III	
		Počet bodů <i>n</i>	<i>n·v [%]</i>	Počet bodů <i>n</i>	<i>n·v [%]</i>	Počet bodů <i>n</i>	<i>n·v [%]</i>
I.	20	5	1	4	0,8	4	0,8
II.	20	2	0,4	2	0,4	5	1
III.	20	5	1	5	1	4	0,8
IV.	20	3	0,6	1	0,2	4	0,8
V.	10	2	0,2	1	0,1	5	0,5
VI.	10	3	0,3	2	0,2	5	0,5
Celkem bodů		3,5		2,7		4,4	

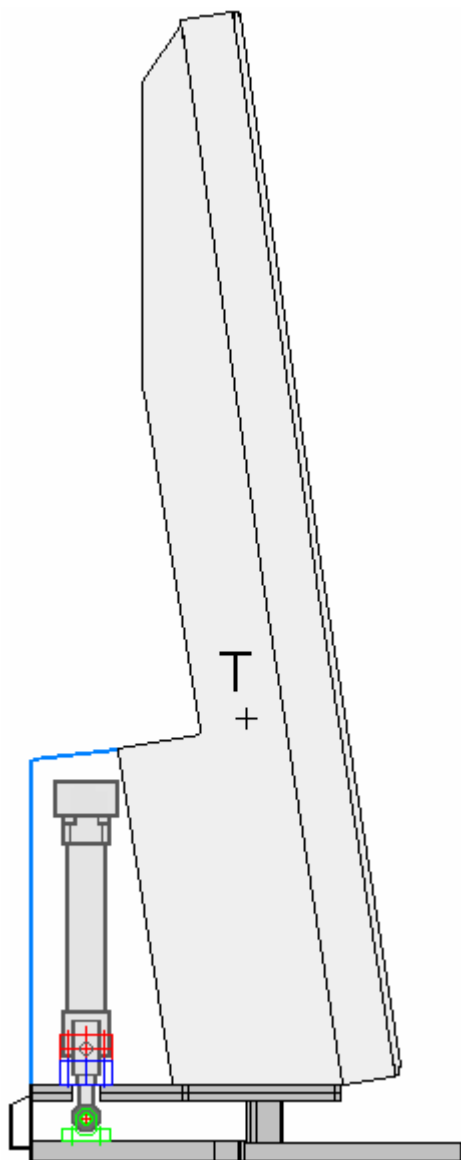
Všechny hodnocené varianty a jejich bodování vidíme v tabulce 3. Graf výsledků hodnotové analýzy je vidět na obr. 8.2. Z tabulky a z grafu vyplývají výsledné hodnoty. Je zřejmé, že nejvíce splňuje požadavky varianta III.



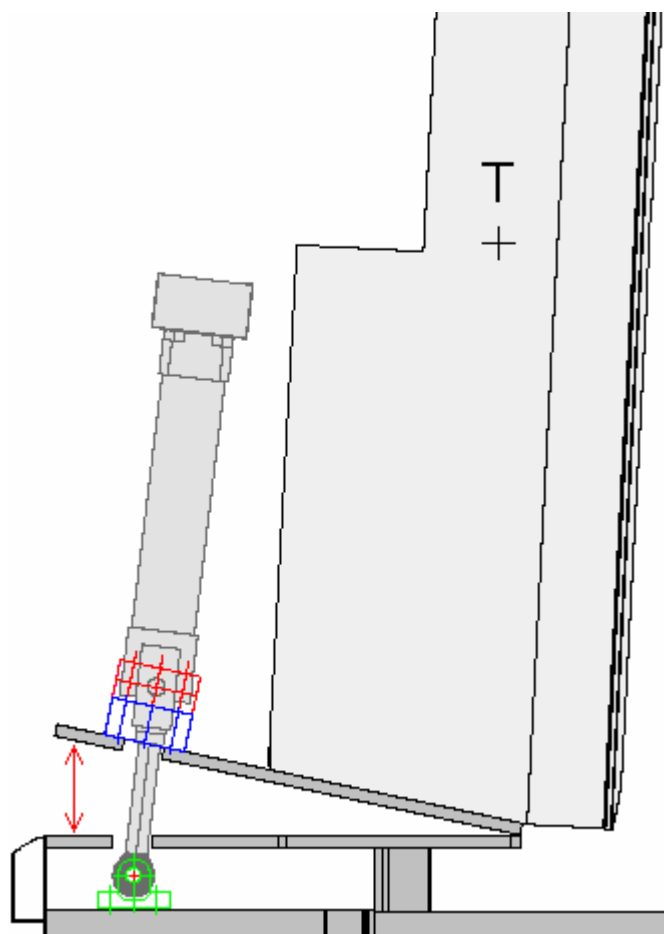
**Obrázek 8.2** Graf - výsledné hodnocení variant

## 9 ŘEŠENÍ OPTIMÁLNÍ VARIANTY

Základní myšlenkou této varianty je využití kuličkového šroubu pro jeho nesporné výhody při uplatnění v aplikacích s požadavkem na přesné polohování přímočarého pohybu, plynulý pohyb a tichý chod. Kromě naklápěcího pohybu musí být mechanismus schopen bezpečně udržet televizor v určité poloze. S použitím vhodně zvolených komponentů mohou být výše uvedené požadavky velmi dobře splněny.



**Obrázek 9.1** Naklápěcí mechanismus  
(v poloze 0 stupňů)



**Obrázek 9.2** Naklápěcí mechanismus  
(v poloze 12 stupňů)

Obrázky 9.1 a 9.2 ukazují pohled na naklápěcí mechanismus v kompletním stavu, vidíme zde jeho umístění v krajních polohách. Mechanismus je schován pod krytem, jak naznačuje modrá čára. Spodní část může být například vysouvací, aby korespondovala s velikostí úhlu naklopení. Z pohledu uživatele se na samotném televizoru nic nezmění.



## 9.1 Kuličkový šroub

Kuličkové šrouby jsou základní konstrukční prvky pohybových ústrojí převádějící s vysokou účinností rotační pohyb na lineární (přímočarý) a představující důležitý parametr kvality většiny obráběcích strojů. Vyznačují se vysokou tuhostí, přesností a trvanlivostí. Kuličkové šrouby mají v praxi široké využití. Mohou nahradit hydraulické nebo pneumatické součásti nebo je možná jejich kombinace.

Nejčastější je využití u obráběcích strojů (vysokorychlostní opracovávání, laserové obrábění, svařování, přesné řezání,...), balicích mechanismů, v manipulační technice. Aplikace s využitím kuličkových šroubů umožňují dosáhnout vysoké přesnosti v polohování. U menších aplikací může být ocenitelná i nízká hlučnost při pohybu. Šrouby lze využít i tam, kde jsou trvale vystaveny působení atmosférických podmínek. Výrobci i provozovatelé obráběcích strojů kladou vysoké nároky na jejich tuhost, přesnost i životnost, a to vše kuličkové šrouby nabízejí.



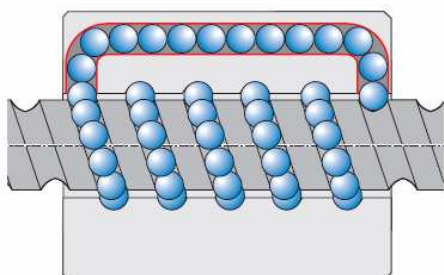
Obrázek 9.3 Kuličkový šroub s maticí [Ball Screw, 2008].

### 9.1.1 Kuličkový šroub a matice – princip

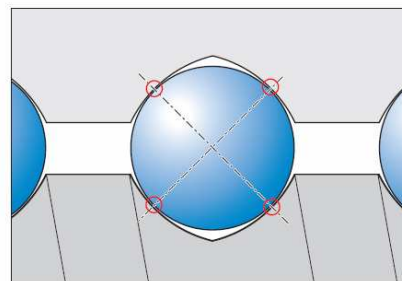
Princip kuličkového šroubu a matice spočívá v tom, že velké klasické tření mezi dříkem šroubu a maticí, které mnohdy přešlo až v trvalé zareznutí, je odstraněno kuličkami z kuličkových ložisek. Pohyb je dodanou silou volnější a dynamičtější.

Kuličky se pohybují ve šroubovících, v závitech s gotickým profilem, v uzavřeném okruhu. Na obr. 9.4 je znázorněn pohyb kuliček. Poté, co kuličky absolvují úsek na šroubu, vracejí se na začátek dutým prostorem v matici. Matice jsou opatřeny mazacím otvorem.

Na obr. 9.5 vidíme detail stopy gotického profilu kuličky ve šroubu a matici, resp. mezi nimi a kontaktní místa v drážkách gotického profilu. Vidíme, že se kulička dotýká ve čtyřech bodech.



**Obrázek 9.4** Pohyb kuliček v matici



**Obrázek 9.5** Místa dotyku kuličky

Matice se vyrábějí v různých provedeních. Existují předepnuté, nepředepnuté nebo s možností seřízení, dále s přírubou a bez příruby, a také rychloběžné matice.

Šrouby se vyrábějí v různých velikostech, s možností rozmanitých koncových částí vyrobených na přání zákazníka. Dále jsou nabízeny kuličkové šrouby s integrovaným servomotorem.

### 9.1.2 Možnosti pohybu kuličkového šroubu a matice

Využití různých možností kombinací pohybů šroubu a matice nabízí různé uplatnění v pohybových ústrojích. Možnosti pohybů vidíme na obrázku 9.6. Je-li rotačně poháněn šroub, koná matice pohyb lineární (A). Pokud je poháněna rotačně matice, např. ozubeným kolem, pohybuje se lineárně šroub (B). Pohony lze různě kombinovat podle potřeb využití (C).



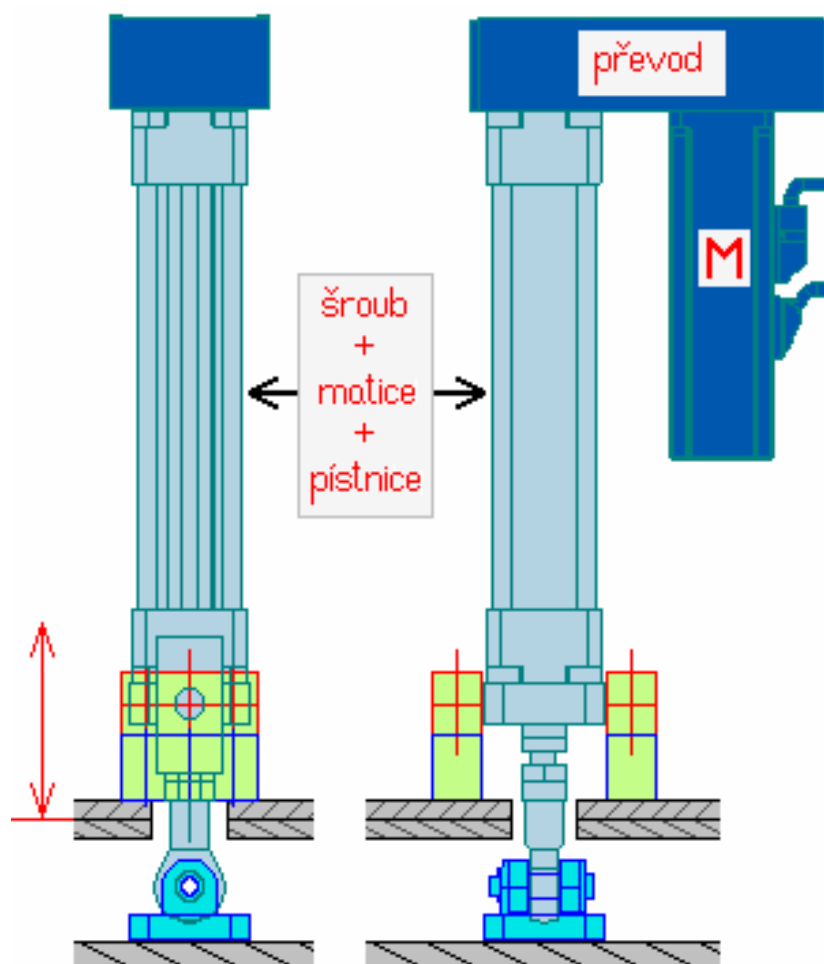
**Obrázek 9.6** Možnosti pohybů matice a šroubu

A - Šroub koná pohyb pouze rotační a matice se pohybuje lineárně.

B - Matice koná rotační pohyb a šroub se pohybuje lineárně.

C - Matice koná rotační i lineární pohyb zároveň, přičemž šroub nekoná žádný pohyb.

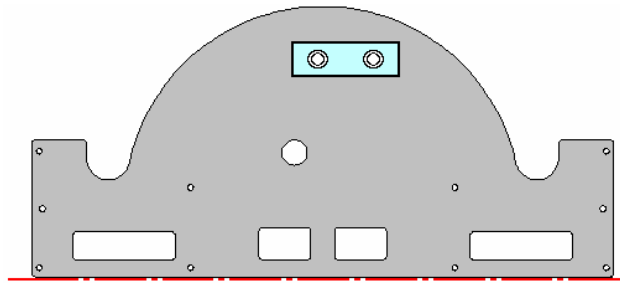
## 9.2 Popis řešení



**Obrázek 9.7** Sestava komponentů

Šroub s maticí je integrován v elektromechanickém válci, který je podrobněji popsán v kapitole 9.3.1. Poloha elektromotoru vůči válci je po straně válce. Mezi válcem a motorem je řemenový převod v poměru 1 : 1. Na hliníkové tělo vlastního válce navazuje v horní části prostřednictvím příruby převod, který spojuje válec, respektive šroub, s elektromotorem. V našem případě je elektromotor servomotor, použit lze také krokový motor.

Vlastní válec je ve spodní části uchycen pomocí příruby s radiálními čepy (obr 9.13) našroubované na přírubu, kterou prochází pístní tyč (viz kap. 9.3). Příruba s bočními čepy zajišťuje spojení mezi válcem a naklápěcí (přidanou) deskou pomocí kluzných podpěr, které jsou přišroubovány k naklápěcí desce (obr. 9.8).

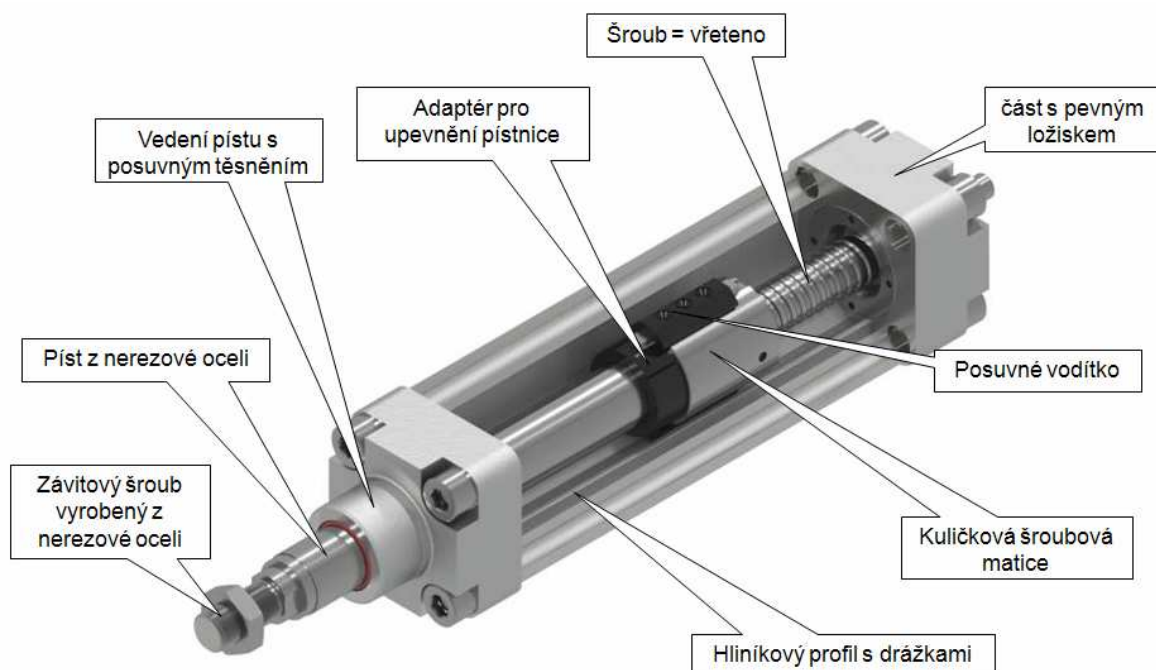


Obrázek 9.8 Naklápěcí deska, pohled na soustavu shora

### 9.3 Popis jednotlivých součástí

Základními prvky jsou: šroub, matice, převod, motor a kloubové kluzné spojení. Řešení je sestaveno z komponentů firmy Bosch Rexroth, dobře dostupných na našem trhu.

#### 9.3.1 Elektromechanický válec (Electromechanical Cylinder)



Obrázek 9.9 Elektromechanický válec [REXROTH BOSCH GROUP, 2009]

Parametry kuličkového šroubu :

Průměr  
Stoupání závitu  
Axiální (osová) síla šroubu  
Maximální rychlost

□  $d = 12 \text{ mm}$

$5 \text{ mm}$

$F_{\max} = 500 \text{ N}$

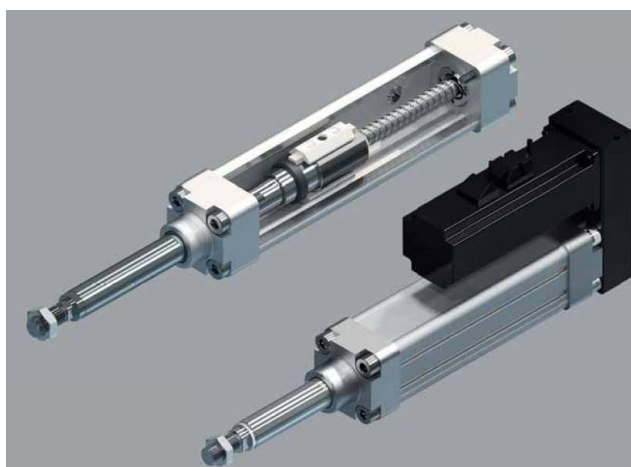
$V_{\max} = 0,56 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Jak již bylo dříve napsáno, šroub s maticí je integrován v elektromechanickém válci. Elektromotor otáčí kuličkovým šroubem. Šroub prostřednictvím kuliček obíhajících v uzavřených oběžných drahách matice převádí otáčivý pohyb, resp. krouticí moment motoru, na přímočarý pohyb matice, tedy naklápěcí sílu. Šroub je uložen neposuvným uložením pouze v ložisku v přírubě na straně motoru.

Zdvih naklápěcí desky v rozsahu 0 až 12 stupňů je menší než celková využitelná délka šroubu. Pro bezpečné používání je vhodné opatřit polohu maximálního naklopení (12 stupňů) mechanickou zarážkou.

Matice je vedena v těle válce dvěma kluznými lištami, aby nedocházelo k protáčení. Pomocí adaptéru je spojena s dutou pístní tyčí. V pístní tyči je schována část šroubu, po které se pohybuje matice. Pístní tyč prochází kluzným pouzdem v přírubě válce. Při nulovém zdvihu je šroub zasunut téměř zcela v duté pístnici. Na konci pístní tyče je našroubováno klasické oko (obr. 9.15).

Kuličky obíhají v uzavřeném okruhu v matici. Matice je předmazaná a pro účely našeho použití zřejmě nebude nutné následné mazání pomocí mazacího otvoru, kterým je matice opatřena.



**Obrázek 9.10** Elektromechanický válec [REXROTH BOSCH GROUP, 2009]

### 9.3.2 Motor

Možností jaký použít motor je jistě více. Vzhledem k tomu, že kuličkový šroub není samosvorný, musí být použit motor s brzdou. Pro svůj návrh jsem zvolila servomotor EcoDrive z nabídky firmy Bosch Rexroth.

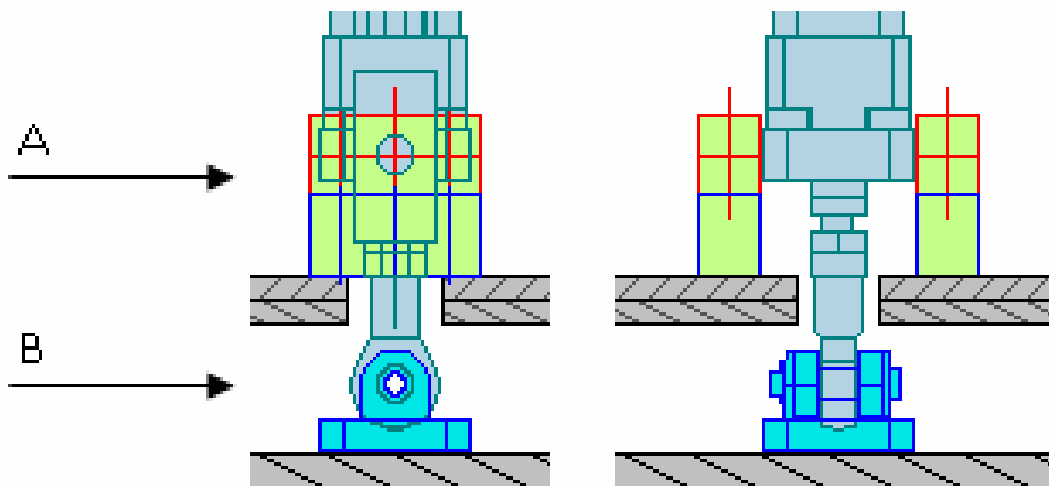


EcoDrive Cs (100 W) je bezúdržbový servomotor, který nabízí vysokou výkonnost v kompaktním provedení při malých rozměrech [REXROTH BOSCH GROUP, 2009].

Obrázek 9.11 Motor EcoDrive

Naklápění může být realizováno jednoduše dvupolohovou regulací – zapnuto a vypnuto. Uživatel spustí naklápění a drží ovládání v poloze zapnuto a čeká, až mu bude úhel naklopení vyhovovat, kdy vypne pohon.

### 9.3.3 Ostatní komponenty



Obrázek 9.12 Sestava uložení A a B

**Sestava A:** Příruba s bočními čepy (obr. 9.13) zajišťuje spojení mezi válcem a naklápěcí deskou pomocí kluzných podpěr, které jsou přišroubovány k naklápěcí desce, jak je vidět na obr. 9.12. Kluzné podpěry (obr. 9.14) jsou vyrobené z plastu – polyamidu, proto nepotřebují mazání.



**Obrázek 9.13** Příruba s radiálními čepy



**Obrázek 9.14** Kluzné podpěry  
(ložiska pro radiální čep)

**Sestava B:** Na konci pístní tyče je našroubováno koncové ložisko, klasické oko (obr. 9.15). Koncové ložisko, oko se pohybuje na čepu uloženém v patce pro otočné ložisko (obr. 9.16).



**Obrázek 9.15**  
Koncové ložisko



**Obrázek 9.16**  
Patka pro otočné ložisko



**Obrázek 9.17**  
Čep

## 10 ZHODNOCENÍ DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ

Zadání bakalářské práce bylo z mého pohledu ve všech bodech splněno. Náplní práce je řešení naklápění velké ploché obrazovky. Na začátku mých úvah o možných řešeních jsem se zabývala možnostmi pohybů a manipulace s takto velkou televizí. Ve spolupráci s firmou B&O byla navržena kinematická schémata, ze kterých jsem vycházela při návrhu jednotlivých řešení. Dále jsem se zabývala působením sil, stabilitou a prostorovou dispozicí jednotlivých řešení.

Ze tří navržených variant řešení byla vybrána varianta naklápění pomocí šroubu. Pro svůj návrh jsem zvolila použití kuličkového šroubu. Řešení vychází z již existujících komponentů. Prostorová dispozice tohoto řešení byla navržena v prostředí CAD systému, viz příloha.

Zvolené řešení lze chápat jako jednu z možností, jak využít kuličkový šroub pro naklápění televize. Je možné navrhnout jinou sestavu komponentů, bez použití elektromechanického válce, například z důvodu nižších nákladů.

Další možností je umístit šroub blíže k bodu otáčení, čímž se zkrátí výška zdvihu. Pokud by se tvarem přizpůsobila naklápěcí deska tak, aby se zvětšil na výšku prostor ve stojanu, mohl by být umístěn šroub a pohon ve stojanu, tedy opačně než v našem případě.

Přesto, že byly zadane požadavky splněny, bylo by možné se zabývat některými tématy z této práce ještě mnohem podrobněji.



## 11 ZÁVĚR

Záměrem tohoto projektu bylo navrhnout způsob naklápění velké ploché obrazovky. Tento úkol jsem se snažila vyřešit ve spolupráci s firmou Bang & Olufsen, která si také zadala určitá kritéria, ze kterých jsem měla vycházet.

V úvodu tohoto projektu jsem se nejprve blíže seznámila s firmou Bang & Olufsen, prostudovala si, čím se tato firma zabývá, jaké jsou její produkty, v jakých oblastech podniká.

Jako výchozí bod pro tvorbu naklápění byla zadána luxusní plazmová televize BeoVision 9. Mezi základními kritérii bylo mimo jiné nezasahovat mechanismem (pokud možno) do stávajícího designu, co nejvíce omezit hluk při naklápění a samozřejmě přizpůsobit řešení velké hmotnosti produktu.

Seznámila jsem se tedy se současnými systémy naklápění firmy B&O a také s jinými systémy, jejichž existenci bylo možné vystopovat prostřednictvím sítě internet. Z analýzy současného stavu na trhu držáků a stojanů televizí s naklápěním bylo zjištěno, že existence těchto produktů pro těžší obrazovky je minimální.

V rámci této práce tedy byly navrženy tři varianty řešení naklápění: varianta 1. tzv. „kolébka“, varianta 2. „klíny“ a 3. varianta „šroub“. Důležitou součástí podobných projektů je také vyřešit problém stability vzhledem k velké hmotnosti obrazovky a působení sil při naklápění.

Ve střední části práce jsou tyto tři navržené varianty podrobeny analýze, na základě dohodnutých kritérií, kterými jsou stabilita, zásah do designu, pevnost konstrukce, technická náročnost, výrobní náklady a vnímání kinematiky. Z analýzy těchto třech variant vyplynulo, že nejvhodnější je varianta třetí, tedy naklápění pomocí šroubu.

Poslední část práce se zabývá podrobnějším řešením zvolené varianty. Jako nejvhodnější variantu pro mnou řešený problém jsem si zvolila použití kuličkového šroubu, jelikož se vyznačuje vysokou tuhostí, přesností polohování a trvanlivostí. Popisuji zde princip fungování kuličkového šroubu a možnosti jeho pohybu. Dále se podrobněji zabývám popisem optimálního řešení pro naklápění předem stanovené obrazovky. Je zde zvolen již konkrétní elektromechanický válec obsahující kuličkový šroub, motor a další komponenty. V prostředí CAD systému byla navržena prostorová dispozice.

Stanovené cíle byly splněny a předpokládám, že moje práce přispěje jako inspirace při řešení naklápění televizí firmy B&O. Pro další použití nebo alespoň k zamyšlení mohou posloužit samotné návrhy řešení, informace o stabilitě a posunu těžiště v jednotlivých případech, nebo využití kuličkového šroubu pro lineární pohyb. Informace v této práci mohou být jistě užitečné i jako učební pomůcka pro ostatní studenty.

## POUŽITÁ LITERATURA

*B&O v České republice* [online]. c2008 [cit. 2008-12-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.bang-olufsen.com/page.asp?id=538>>.

*Ball Screw Assemblies* [online]. [2008] [cit. 2009-04-23]. Dostupný z WWW: <[http://www.boschrexroth.com/business\\_units/brl/en/produkte/Kugelgewindetriebe/index.js](http://www.boschrexroth.com/business_units/brl/en/produkte/Kugelgewindetriebe/index.js)>.

BÁRTLOVÁ, A., ŠAFKA, J., MAREK, P. *Stabilita*. 1. vyd. Praha : České vysoké učení technické v Praze. Stavební fakulta, 1975. 66 s.

BĚLOHOUBEK, P. *Elektrické servopohony, jejich řízení a aplikace I*. Brno: Inženýrské centrum Brno, 1998. 90 s. ISBN 80-902175-4-0.

*BeoVision 7* [online]. [2007] [cit. 2008-12-27]. Dostupný z WWW: <[http://www.radioogtveksperthen.dk/info/brugsanvis/tv/BeoVision\\_7\\_Danish.pdf](http://www.radioogtveksperthen.dk/info/brugsanvis/tv/BeoVision_7_Danish.pdf)>.

*BeoVision 8* [online]. [2008] [cit. 2008-12-27]. Dostupný z WWW: <[http://www.bang-olufsen-amsterdam.nl/beovision\\_8.htm](http://www.bang-olufsen-amsterdam.nl/beovision_8.htm)>.

*BeoVision 9* [online]. 2008 [cit. 2008-12-27]. Dostupný z WWW: <[http://www.bang-olufsen-amsterdam.nl/beovision\\_9.htm](http://www.bang-olufsen-amsterdam.nl/beovision_9.htm)>.

BOB. *BeoVision 9 - kino v obýváku* [online]. 2008 [cit. 2008-12-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.menworld.cz/clanek/34-beovision-9-kino-v-obyvaku.html>>.

*Czech Republic : Představení Bang & Olufsen* [online]. c2008 [cit. 2008-12-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.bang-olufsen.com/czech-republic>>.

*EFF 1140 : LCD/Plasma floorstand* [online]. [2008] [cit. 2008-12-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.vogels.com/pages/consumer/products/details.aspx?id=386&ext=true>>.

*Filosofie B&O* [online]. c2008 [cit. 2008-12-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.bang-olufsen.com/page.asp?id=536>>.

*Firemní kultura* [online]. c2008 [cit. 2008-12-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.bang-olufsen.com/page.asp?id=540>>.

HELLER, J., HUŠKA, Z. *Strojní součásti II pro střední průmyslové školy strojnické*. 1. vyd. Praha : SNTL, 1986. 118 s.

HLAVÁČKOVÁ, M., et al. *Statika* [online]. 2007 [cit. 2008-12-27]. Dostupný z WWW: <[http://www.337.vsb.cz/materialy/statika\\_Milada\\_e\\_learning/index.htm](http://www.337.vsb.cz/materialy/statika_Milada_e_learning/index.htm)>.

KRÁTKÝ, J., HOSNEDL, S. *Příručka strojního inženýra 2 : převodové mechanismy*. Praha: Computer Press, 2000. 198 s. ISBN 80-7226-202-5.

KRÁTKÝ, J., HOSNEDL, S. *Strojní části 2 : převodové mechanismy*. Plzeň: ZU-KKS, 1998. 245 s. ISBN 80-7082-452-2.

KŘÍŽ, R., et al. *Strojní součásti I pro střední průmyslové školy strojnické*. 1. vyd. Praha : SNTL, 1984. 191 s.

LEINVEBER, J., ŘASA, J., VÁVRA, P. *Strojnické tabulky*. 3. dopl. vyd. Praha : Scientia, 1999. 985 s. ISBN 80-7183-164-6.

LIŠKA, V. *Zpracování a obhajoba bakalářské a diplomové práce*. 1 vyd. Praha: Professional Publishing, 2008. 93 s. ISBN 80-86946-64-1.

MALEC, Z. *Servomechanismy pro robotiku : určeno pro posl. fak. elektrotechn.*. 1. vyd. Praha : SNTL, 1986. 195 s.

MATIČKA, R., TALÁCKO, J. *Mechanismy manipulátorů a průmyslových robotů*. 1. vyd. Praha : SNTL, 1980. 275 s.

REHER, W. *Excel 5 : kompletní kapesní průvodce*. 1. vyd. Praha : Grada, 1996. 426 s. ISBN 80-7169-212-3.

RENDÁ, M., MAREČEK, M. *PowerPoint 4.0 : snadno a dobře*. 1. vyd. Praha : Grada, 1995. 167 s. ISBN 80-7169-216-6.

REXROTH BOSCH GROUP. *Electromechanical Cylinder EMC* [online]. 2009 [cit. 2009-04-23]. 64 s. Dostupný z WWW: <[http://www13.boschrexroth-us.com/Catalogs/EMC\\_WEB\\_09.pdf](http://www13.boschrexroth-us.com/Catalogs/EMC_WEB_09.pdf)>.

SKALICKÝ, J. *Elektrické servopohony*. Brno : VUT-FEI, 2001. 86 s. ISBN 80-214-1978-4.

SPIELMANN, M., ŠPAČEK, J. *AutoCAD : názorný průvodce pro verze 2004 až 2007*. 1. vyd. Brno : Computer Press, 2006. 285 s. ISBN 80-251-1210-1.

ŠIMEK, T. *Word : kompendium*. 1. vyd. Praha : Computer Press, 1996. 270 s. ISBN 80-85896-62-1.

TY-ST58D2-WG [online]. c2004 [cit. 2008-12-27]. Dostupný z WWW: <[http://www.panasonic.cz/vyrobek.aspx?id=AAI\\_3837](http://www.panasonic.cz/vyrobek.aspx?id=AAI_3837)>.

TY-WK42PV4W [online]. c2004 [cit. 2008-12-27]. Dostupný z WWW: <[http://www.panasonic.cz/vyrobek.aspx?id=AAI\\_4328](http://www.panasonic.cz/vyrobek.aspx?id=AAI_4328)>.

*Výzkum a vývoj v České republice* [online]. c2008 [cit. 2008-12-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.bang-olufsen.com/page.asp?id=539>>.

## **PŘÍLOHY**

- Schematický nákres prostorové dispozice řešení v prostředí systému AutoCAD.